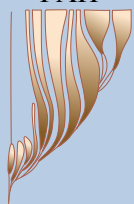




РОССИЙСКАЯ
АКАДЕМИЯ НАУК



ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ
ВНУТРЕННИХ ВОД
ИМ. И. Д. ПАПАНИНА
РАН



ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ
ЭКОЛОГИИ И
ЭВОЛЮЦИИ
ИМ. А. Н. СЕВЕРЦОВА
РАН



НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО
ГИДРОБИОЛОГИИ И
ИХТИОЛОГИИ РАН



ЯРОСЛАВСКОЕ
ОТДЕЛЕНИЕ
РГО



ДЕПАРТАМЕНТ
ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ
СРЕДЫ И
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ



ЭКОСИСТЕМЫ МАЛЫХ РЕК: БИОРАЗНООБРАЗИЕ, ЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК



**ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД
ИМ. И. Д. ПАПАНИНА РАН**



РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



**ДЕПАРТАМЕНТ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ**

ЭКОСИСТЕМЫ МАЛЫХ РЕК: БИОРАЗНООБРАЗИЕ, ЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА

**МАТЕРИАЛЫ ЛЕКЦИЙ
II-Й ВСЕРОССИЙСКОЙ ШКОЛЫ-КОНФЕРЕНЦИИ
18 – 22 ноября 2014 г.**

Том II

**БОРОК,
2014**

УДК 574.5(282.2)+502.52

ББК 2.26.28

Э 405

ЭКОСИСТЕМЫ МАЛЫХ РЕК: БИОРАЗНООБРАЗИЕ, ЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА. Материалы лекций II-й Всероссийской школы-конференции, 18 – 22 ноября 2014 г. / Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина. В двух томах. Том II. — Ярославль : Филигрань, 2014. — 428 с.

ISBN 978-5-906682-17-8

Редакционная коллегия:

академик РАН, доктор биологических наук, профессор *Ю. Ю. Дзгебуадзе*

кандидат биологических наук *А. А. Прокин*

научный сотрудник ИБВВ РАН *А. И. Цветков*

доктор биологических наук *А. В. Крылов* (отв. редактор)

Во втором томе сборника представлены материалы докладов участников II-й Всероссийской школы-конференции, касающиеся основных вопросов гидрологического, химического и биологического режима малых и средних рек России и стран СНГ, а также пойменных водоемов.

Для гидробиологов, экологов, зоологов, преподавателей и студентов ВУЗов.

Издание осуществлено при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект № 14-04-20028-г) и Департамента охраны окружающей среды и природопользования Ярославской области.

ISBN 978-5-906682-17-8



Материалы

ДОКЛАДОВ

ИЗМЕНЧИВОСТЬ СРЕДНЕГОДОВОГО СТОКА ВЗВЕШЕННЫХ НАНОСОВ МАЛЫХ РЕК АЗЕРБАЙДЖАНА

М. А. Абдуев

Институт Географии НАНА, Азербайджан, г. Баку, пр-т Г. Джавида 115, e-mail: abduyevm@gmail.com

Для исследования по пунктам, где продолжительность параллельных годов наблюдений над годовым стоком взвешенных наносов (C_{vr}) и воды (C_{vq}) свыше 25 лет, подсчитаны коэффициенты вариации методом моментов, графоаналитическим способом и наибольшего правдоподобия. Результаты вычисления C_{vr} графоаналитическим способом в работе приняты за основу. Выявлена связь между соотношением C_{vr}/C_{vq} и показателем уклона водосбора, интегрально отражающим влияние комплекса природных факторов на величину C_{vr} .

Ключевые слова: сток взвешенных наносов, изменчивость, малые реки, коэффициенты вариации и асимметрии, статистические характеристики.

Keywords: Photo of suspended sediment variability, small rivers, and asymmetry coefficients of variation, the statistical characteristics.

Исследования многолетней изменчивости стока взвешенных наносов рек приобрели особую актуальность в последние годы в связи с преобразованием естественного режима стока воды и наносов под воздействием хозяйственной деятельности человека. Такие проблемы, как строительство каналов и водохранилищ в эрозионно-опасных районах не могут получить достаточно обоснованного решения без учета естественных колебаний годового стока наносов.

Для суждения о вероятных колебаниях годового стока взвешенных наносов применяются методы математической статистики, позволяющие на основании сравнительно непродолжительных рядов наблюдений экстраполировать пределы его колебания на более продолжительные периоды. При этом используются такие статистические характеристики колебания годового стока, как среднее многолетнее значение его, а также коэффициенты вариации и асимметрии.

В литературе имеется ряд рекомендаций по аналитическому выражению связи $C_{vr}=f(C_{vq})$. В связи с существованием зависимости между стоками воды и наносов, наибольшее распространение получил метод отыскания C_{vr} по соотношению коэффициентов вариации стока воды (C_{vq}) и наносов (C_{vr}).

Б.В. Поляковым (1946) дана приближенная связь: $C_{vr}=1.7C_{vq}$. Г.В. Лопатин (1952), по данным наблюдений на некоторых реках бывшего СССР, установил связи между C_{vr} и C_{vq} для разных категорий рек, которые имеют вид: для равнинных рек $C_{vr}=1.64C_{vq}$; для горных рек $C_{vr}=3.33C_{vq}$; для промежуточного типа рек $C_{vr}=2.22C_{vq}$. С.Г. Рустамов (1960) предлагает в условиях Азербайджана принять следующие приближенные величины этого отношения: для крупных рек (Кура, Араз) — 2.6; для горных рек с преобладанием снегового питания — 2.9; для горных рек с преобладанием дождевого питания — 4; для горных рек с преобладанием подземного питания — 5.5. Г.Н. Хмаладзе (1964) по данным 27 пунктов и 21 реки Грузии была установлена связь следующего вида: $C_{vr}=2.10C_{vq}$, которая приближается к связи, установленной Г.В. Лопатиным для промежуточного типа рек. Ф.А. Эюбовой (1983) выявлена эта связь для рек северо-восточного склона Большого Кавказа, которая представлена как $C_{vr}=2.95C_{vq}$; Г.Н. Хмаладзе (1964), обобщая исследования стока взвешенных наносов рек Армении, приходит к выводу, что нельзя считать справедливым стремление к получению одной общей зависимости C_{vr} от C_{vq} , хотя установление связи $C_{vr}=f(C_{vq})$ для отдельных гидрологических районов он считает возможным. К такому же выводу пришли М.Я. Прыткова (1969) и Г.И. Швебс (1974).

Исследованиями Н.А. Иманова (1974) выявлено, что для р. Шеки (Белоканский участок южного склона Большого Кавказа) соотношение C_{vr}/C_{vq} изменяется в зависимости от доли подземного питания рек. Так, при значении подземного питания реки до 40% величины отношения C_{vr}/C_{vq} изменяются в пределах 2.5–3, а при большем его значений это отношение доходит до 4.0. Увеличения значений C_{vr}/C_{vq} при повышении подземного питания связаны со значительным уменьшением изменчивости жидкого стока.

Однако значительное отклонение отдельных случаев от средней линии этой зависимости не позволяет выразить величину отношения C_{vr}/C_{vq} одним постоянным. Это указывает на необходимость учета дополнительных факторов при определении коэффициента вариации годового стока взвешенных наносов.

С.А. Ахундов (1973) для установления величины C_{vr} в условиях Азербайджана предлагал использовать связь $C_{vr}=f(H_{cp})$. Наши исследования показали, что для территории Азербайджана, такая зависимость и существует, однако ее использование на практике затруднено в связи со значительным отклонением отдельных случаев от средней линии связи, обусловленным недоучетом некоторых особенностей изменения величины C_{vr} . Характерно отметить, что полученная закономерность уточняет выводы Г.Б. Бахшалиева и Дж.Г. Мамедова (1986). По-видимому, на величину C_{vr} заметное влияние оказывают и другие факторы.

Г.Б. Бахшалиев и Дж.Г. Мамедов (1986), изучая изменчивость годового стока взвешенных наносов рек Малого Кавказа, пришли к выводу, что такими факторами может служить степень естественной зарегулированности стока воды (ϕ), которая, несомненно, влияет на величину C_{vr}/C_{vq} .

Выявленная авторами зависимость $C_{vr}/C_{vq}=f(\phi)$ представлена следующими уравнениями: при $\phi < 1.00$ $C_{vr}=2.94 \phi^{0.46} C_{vq}$; при $\phi = 1.00-2.00$ $C_{vr}=2.13 \phi^{2.21} C_{vq}$; при $\phi > 2.00$ $C_{vr}=0.26 \phi^{2.18} C_{vq}$, где ϕ — отношение подземной составляющей стока к поверхностной.

А.И. Самедовым (1983) для рек Юго-Восточного Кавказа выявлена связь между соотношением C_{vr}/C_{vq} и показателем естественной зарегулированности стока воды, интегрально отражающим влияние комплекса природных факторов на величину C_{vr} . В качестве показателя естественной подземной составляющей стока (u) к полному речному стоку (y), где аналитическое выражение установленной связи имеет вид: $C_{vr}=58.9C_{vq}(\dot{u}/\dot{y})^{3,34}$.

В реках Нахчыванской АР для определения коэффициента вариации годового стока взвешенных наносов Дж.Г. Мамедов (1987) предлагает следующую формулу: $C_{vr}=1,69(H/\sqrt{F})^{0,35}$, где H — средняя высота водосбора, F — площадь водосбора.

Следует отметить, что выполненные вышеуказанные авторами работы основываются на ограниченном материале (продолжительность наблюдения составляет не более 12–26 лет), носят региональный характер и не охватывает всю территорию Азербайджана.

Поэтому для более детального исследования по пунктам, где продолжительность параллельных годов наблюдений над годовым стоком взвешенных наносов (C_{vr}) и воды (C_{vq}) свыше 25 лет, нами (Абдуев, 1995) подсчитаны коэффициенты вариации методом моментов, графоаналитическим способом и наибольшего правдоподобия. Полученные данные показывают, что значение коэффициента вариации годового стока взвешенных наносов больше 0.5. Исследованиями (Блохинов, 1974; Мамедов, 1989) доказано, что при больших значениях коэффициентов вариации годового стока метод моментов дает смещенное значение C_{vr} . Такое положение подтверждается и анализом изменчивости расходов взвешенных наносов горных рек. Поэтому результаты вычисления C_{vr} графоаналитическим способом в работе приняты за основу. Исследование проводилось для естественного режима стока, не измененного влиянием водохранилищ и гидротехнических сооружений. Вероятные ошибки коэффициентов вариации определены по формуле: $\sigma C_{vr}=\sqrt{1+C_v^2/2n}\cdot 100\%$.

Вероятная ошибка коэффициента вариации годового стока взвешенных наносов (C_{vr}) не превышает $\pm 21\%$, что для горных рек можно признать допустимым (Указания ..., 1974). Наибольшая погрешность для C_{vr} получена для р. Маталичай у с. Халфалар, имеющей 32 года наблюдений. Значения коэффициентов вариации стока взвешенных наносов, вычисленные для пунктов, расположенных в различных частях Республики, колеблются сравнительно в больших пределах — от 0.56 (р. Агчай, с. Сухтагала) до 1.38 (р. Джагрычай, с. Паиз), тогда как пределы изменения его величины для годового стока воды составляют 0.23 (р. Гянджачай, с. Зурнабад) и 0.46 (р. Джагричай, с. Паиз). Наибольшими величинами коэффициента вариации стока взвешенных наносов характеризуются реки Дамарчик (близ устья (1.05)), Гаргарчай (у моста Ага–Керпи (1.23)), Кюркакчай (у с. Дозулар (1.07)), Джагрычай (у с. Паиз (1.38)), Маталичай (у с. Халфалар (1.36)) и др., отличающиеся более интенсивными дождевыми паводками и имеющие водосборы, на которых отсутствуют хорошо развитый растительный покров. Кроме того, исследованиями Г.Ю. Фатуллаева (1987), Дж.Г. Мамедова (2011), М.А. Абдуева (2012), Ф.А. Эюбовой (2013) и М.А. Абдуева, Ф.А. Эюбовой (2013) выявлено, что в этих бассейнах на величину коэффициента вариации стока взвешенных наносов существенное влияние оказывает также хозяйственная деятельность человека (распашка земель, вырубка лесов, скашивание трав, пастьба скота и др.).

Наименьшими амплитудами колебания годового стока взвешенных наносов отличаются реки, водосборы которых сложены трудно размываемыми породами, имеют сглаженный рельеф и покрыты хорошо развитой растительностью (Агчай, Гянджачай, Агстафачай и др.). Заметим, что в этих бассейнах сток воды также относительно больше подвержен естественному зарегулированию (Ахундов, 1973).

Анализ полученных данных показывает, что изменчивость годового стока взвешенных наносов больше, чем сток воды. Это связано с условием формирования стока взвешенных наносов. В общем, ходы изменения величин годового стока взвешенных наносов и воды соответствуют друг другу. Однако наличие в отдельные годы на водосборах рек большого рыхлого материала, подготовленного в предшествующем периоде, обуславливает сравнительно большую величину годового стока взвешенных наносов и, следовательно, несоответствие амплитуд изменения стока взвешенных наносов и воды. В другие же годы, по причине отсутствия такого количества продуктов выветривания, сток наносов относительно низкий.

Изменение стока наносов зависит не только от водности реки, т.е. увеличение стока наносов происходит не пропорционально изменению стока воды; бывали даже случаи, когда с увеличением стока воды сток наносов уменьшается. Отсюда следует, что на интенсивность развития эрозии оказывает влияние, кроме водности реки, комплекс природных факторов.

Анализ имеющихся данных показывает, что между величинами коэффициента вариации годового стока взвешенных наносов и воды намечается прямая связь. Однако, существенное отклонение ряда точек не позволяет выразить величину отношения C_{vr}/C_{vq} постоянной величиной, кстати, получающимся для горных рек Азербайджана 2.96. Для рассматриваемых рек оно изменяется в пределах 1.51 (Агчай у с. Сухтагала) — 4.4 (Дамарчик — близ устья).

В связи с этим нами (Абдуев, 1995) выявлена более тесная связь между значениями отношений C_{vr}/C_{vq} и $H_{\max}-H_{\min}/L$; где $H_{\max}$ — абсолютная отметка истока, км, $H_{\min}$ — абсолютная отметка створа, км; L — длина реки, км. Поскольку их отношение представляет собой уклон водосбора, то оно, несомненно, влияет на величину C_{vr} . Выше указанные параметры наиболее полно характеризуют влияние местных физико-географических факторов на величину C_{vr} . Выявленная зависимость выражена двумя линиями, из которых первая соответствует рекам Малого Кавказа, а вторая — рекам Большого Кавказа. Аналитическая связь $C_{vr}/C_{vq}=f(i)$ для выделенных групп может быть представлена следующими уравнениями:

$$\text{для рек Малого Кавказа — } C_{vr}/C_{vq}=20.6 \{H_{\max}-H_{\min}/L\}^{0.72} \quad (1)$$

$$\text{для рек Большого Кавказа: } C_{vr}/C_{vq}=107.5 \{H_{\max}-H_{\min}/L\}^{2.41} \quad (2)$$

Уравнения (1) и (2) позволяют с достаточной точностью определить величину коэффициента вариации годового стока взвешенных наносов в естественном режиме неизученных и слабо изученных рек Азербайджана. В таблице приведены отклонения вычисленных значений изменчивости годового стока взвешенных наносов по предлагаемым формулам от фактически наблюдаемых. Вероятная ошибка расчета не превышает +22%. Поэтому полученную формулу можно рекомендовать для расчетов изменчивости годового стока взвешенных наносов.

Таблица. Значения годовых расходов взвешенных наносов различной обеспеченности

Река-пункт	1%	5%	50%	75%
Хыналыгчай – с. Хыналыг	5.64	4.19	1.27	0.55
Агчай – с. Сухтагала	1.86	1.43	0.46	0.25
Ахохчай – с. Ханагя	12.65	1.05	0.32	0.11
Дамарчик – близ устья	11	7.3	1.96	0.91
Агстафачай – г. Дилижан	1.8	1.3	0.45	0.2
Астафачай – г. Иджеван	9.8	6.34	1.15	0.43
Гянджачай – с. Зурнабад	2.37	1.74	0.6	0.33
Кюракчай – с. Дозулар	7.56	3.56	0.62	0.27
Каркарчай – мост Ага-Керпо	1.62	1.0	0.23	0.10
Джагричай – с. Паиз	6.9	3.65	0.37	0.18
Маталичай – с. Халфалар	1.21	0.77	0.14	0.055

ветствующие (первому и второму членам ряда) — по формуле, рекомендованной М.А. Мамедовым (1989): $R_m = m/p + 1 + k^2 \cdot 100\%$, которая хорошо удовлетворяет теоретическим кривым обеспеченности. При этом коэффициенты асимметрии равны удвоенному значению коэффициента вариации. Опираясь на полученные результаты и пользуясь данными параметров кривой распределения, произвели расчет вероятных годовых расходов взвешенных наносов различной обеспеченности для каждого рассматриваемого пункта (таблица).

Список литературы

- Абдуев М.А. Гидрологическое исследование стока наносов рек с естественным и нарушенным режимом (в пределах Азербайджана). Автореф. канд. дис. Баку, 1995. 25 с.
- Абдуев М.А. Изменчивость годового ионного стока горных рек Азербайджанской Республики // Труды Всероссийской научной конференции, посвященной памяти выдающегося ученого-гидролога, профессора А.В. Рождественского. Секция 2. Стохастические модели качества вод. Москва, 2012. С. 169–174.
- Абдуев М.А., Эюбова Ф.А. Факторы формирования стока взвешенных наносов горных рек Азербайджана // Вода: химия и экология. 2013. № 4. С. 40–47.
- Ахундов С.А. Изменчивость годового стока взвешенных наносов горных рек Азербайджанской ССР. Изв. АН Азерб. ССР. Серия наук о Земле. 1973. № 3. С. 47–51.
- Бахшалиев Г.Б., Мамедов Дж.Г. Расчет изменчивости годового стока взвешенных наносов рек Малого Кавказа (в пределах Азербайджанской и Армянской ССР) // Изв. АН Азерб. ССР. Серия наук о Земле. 1986. № 3. С. 87–91.
- Блохинов Е.Г. Распределение вероятностей величин речного стока. М.: Наука, 1974. 169 с.
- Иманов Н.А. Сток наносов рек Шеки-Белоканского участка южного склона Большого Кавказа // Изв. Азерб. ССР. 1974. № 6. С. 77–81.
- Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Закономерности колебаний речного стока как основа теории его регулирования и использования // Водные ресурсы. 1972. № 2. С. 113–137.
- Лопатин Г.В. Наносы рек СССР. М.: Географгиз, 1952. 366 с.
- Мамедов М.А. Расчеты максимальных расходов воды горных рек. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 183 с.
- Мамедов Дж.Г. Районирование территории Большого Кавказа по изменчивости наибольших расходов взвешенных наносов рек // Известия РГО. 2011. Т. 143, вып. 4. С. 60–67.
- Поляков Б.В. Гидрологический анализ и расчеты. Л.: Гидрометеиздат, 1946. 480 с.
- Прыткова М.Я. Природные условия и сток наносов рек и малых водотоков Предкавказья // Тр. Лаборатории озероветения АН СССР. 1969. Т. 23. С. 5–41.
- Рустамов С.Г. Реки Азербайджанской ССР и их гидрологические особенности. Изд. АН Азерб. ССР, 1960, 196 с. (на азерб. языке)
- Самедов А.И. Сток наносов и смыв с речных водосборов горных рек (на примере Юго-Восточного Кавказа). Автореф. канд. дис. Пермь, 1983. 17 с.
- Фатуллаев Г.Ю. Современные изменения водных ресурсов и водного режима рек Южного Кавказа (в пределах Каспийского бассейна). Баку: Изд-во БГУ, 2002. 167 с.
- Хмаладзе Г.Н. Взвешенные наносы рек Армянской ССР. Л.: Гидрометеиздат, 1964. 246 с.
- Швебс Г.И. Формирование водной эрозии, стока наносов и их оценка. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 183 с.
- Эюбова Ф.А. Формирование и оценка стока взвешенных наносов рек Северо-восточного склона Большого Кавказа (в пределах Азербайджанской ССР). Автореф. канд. дис. Тбилиси, 1983. 25 с.
- Эюбова Ф.А. Изменение стока взвешенных наносов рек северо-восточного склона Большого Кавказа в результате антропогенного влияния // Труды Азерб. географ. общества. Т. XVIII. Баку, 2013. С. 250–254.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БАЗЫ ДАННЫХ «КСЕНОБИОТИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ»

Г. В. Аджиенко, А. Н. Набатчиков, Е. В. Веницианов

Институт водных проблем РАН

117971 ул. Губкина, 3, Москва; e-mail: eugeny.venitsianov@gmail.com; adgi89@bk.ru

Проведен краткий анализ доступных электронных баз данных, описывающих поведение, свойства загрязняющих веществ, их концентрации в компонентах окружающей среды, токсичность и механизмы взаимодействия с живыми организмами. Предложена концепция создания электронной БД ксенобиотических веществ в окружающей природной среде. Представлены основные этапы разработки БД, ее наполнение и функции тематических разделов БД.

Ключевые слова: ксенобиотики, база данных, фармацевтические вещества, гормоны, сточные воды, донные отложения, воздействие на биоту.

Систематизация информации по обширным разделам научных исследований является одной из ключевых проблем современной науки. Многообразие научных работ и полученных практических данных на наиболее популярные тематики в области биохимии, экологии, токсикологии исчисляется десятками тысяч работ, а каждый год их количество возрастает на сотни. Одной из таких популярных тематик является изучение присутствия, поведения и свойств микрозагрязнителей в природных и антропогенных системах. Обилие информации по данному направлению научных исследований превышает несколько тысяч работ. Между тем проблема загрязнения окружающей среды такими группами микрозагрязнителей, как фармацевтические вещества, средства личной гигиены, стероиды и гормоны подразумевает изучение нескольких тысяч веществ, каждое из которых характеризуется индивидуальными свойствами и эффектами воздействия, обнаруживается в различных диапазонах концентрациях, в зависимости от среды. Попытки систематизации информации по данным группам веществ неоднократно предпринимались.

В настоящий момент в открытом интернет доступе представлены разнообразные базы данных, описывающие как поведение и свойства загрязняющих веществ, так и их концентрации в различных компонентах окружающей среды, токсичность и механизмы взаимодействия с живыми организмами на клеточном уровне. Рассмотрим наиболее крупные электронные базы данных.

База данных «Фармацевтические вещества в окружающей среде» разработана Национальным центром исследований прибрежных океанических зон США (National Centers for Coastal Ocean Science) с целью систематизации доступной информации для оценки рисков фармацевтических веществ, поступающих в водные экосистемы от точечных и диффузных источников. Поиск в базе данных осуществляется по CAS номеру, названию, молекулярной формуле или типу фармацевтического вещества. Сведения о каждом из ФВ содержат следующие разделы: предписываемые объемы вещества, концентрации в сточных водах и водных экосистемах, химическая структура, молекулярная масса, коэффициент распределения октанол-вода (степень липофильности), растворимости в воде, стойкости в окружающей среде, информации о токсичности и пороговым значением токсичности для пяти групп целевых организмов (водоросли, моллюски, рыбы, ракообразные и некоторые наземные позвоночные). Вся представленная информация получена из доступных источников научной литературы.

Американской лабораторией *Spectrum Laboratories Inc.* разработана база данных с более чем тысячей наименований веществ. В базе данных представлены общие химические характеристики вещества (молекулярная формула, молекулярная масса, $T_{\text{плав}}$, $T_{\text{кип}}$ и т.д.), методы аналитического определения, направления использования в промышленности и быту, воздействие на окружающую среду, миграция в окружающей среде (в водных средах, почвах, воздушной среде, период полураспада, подверженность воздействию различных факторов и т.д.), информация по обнаружению в питьевой воде (концентрации в различных странах).

Специалистами ЕС, в рамках стратегии контроля деструкторов эндокринной системы (ДЭС), была разработана база данных токсичности ДЭС для живых объектов (человека и животных), включающая 432 вещества. Основным параметром в БД является токсичность для живых объектов. База данных составлена на основе научной информации, предоставленной различными организациями и странами по искомому ДЭС. В базе данных вещества разделены на 3 категории:

- **Категория 1.** Вещества, для которых эффект эндокринного деструктора был доказан и задокументирован как минимум для одного живого объекта. Данным веществам отдается наивысший приоритет.
- **Категория 2.** Вещества, о которых не имеется достаточной информации о свойствах эндокринной деструкции. При этом, присутствуют доказательства биологической активности, касающейся эндокринной деструкции.
- **Категория 3.** Вещества, не являющиеся ДЭС ввиду отсутствия прямых доказательств свойств эндокринных деструкторов или эффект которых не может быть оценен ввиду отсутствия данных.

Категория 1 содержит 194 вещества. Многие из веществ, вошедших в первую категорию, на данный момент являются запрещенными к производству и/или использованию (например, многие биоциды).

База данных, описывающая трансформацию и транспорт ксенобиотиков в организме человека разработана сотрудниками немецкого института физиологии, г. Берлин. В базе данных описаны пути внутриклеточные взаимодействия с фармацевтическими веществами ферментов 1ой и 2ой фаз, а также клеточных переносчиков фармацевтических веществ в организме. В особенности освещен вопрос эффекта суммации при воздействии нескольких фармацевтических веществ, с учетом их воздействия на ферменты и клеточный переносчики.

Однако, перечисленные базы данных и некоторые их аналоги, либо не представляют полной информации, необходимой для общей характеристики, эффектов воздействия на живые объекты и распространенности загрязняющего вещества, либо описывают лишь малую группу загрязняющих веществ. Значительно выделяется среди перечисленных систем, БД, разработанная *Spectrum Laboratories Inc*, представляющая широкий перечень информации о наиболее распространенных загрязняющих веществах, однако значительным ее недостатком является плохая систематизация данных по разделам и отсутствия сведений о концентрациях в природных средах. На русском языке аналогичных баз данных, к сожалению, нет.

Специалистами Института водных проблем РАН была предпринята попытка разработки базы данных в программном обеспечении MS Access обеспечивающей единое консолидирование данных отечественных и зарубежных исследований касающихся:

- видов, классов ксенобиотических веществ (микрозагрязнителей), встречающихся в окружающей среде;
- индивидуального описания и области применения ксенобиотических веществ;
- концентраций ксенобиотиков в сточных водах, осадках сточных вод, поверхностных водных объектах, донных отложениях;
- взаимодействия ксенобиотиков с биологическими объектами – токсичность, канцерогенность, биоаккумуляция.

Создание базы данных осуществлялось в шесть последовательных этапов, представленных в таблице 1.

Таблица 1. Этапы создания базы данных «Ксенобиотические вещества в окружающей среде»

Этап	Описание этапа
1	Обработка массива данных собранной зарубежной литературы и материалов ИВП РАН для отбора и сортировки данных по следующим категориям: обнаружение ксенобиотиков в различных природных и антропогенных средах (по направлениям: осадки СВ, сточные воды и т.д.); частота обнаружения, индивидуальное описание, токсичность для живых объектов, степень удаления технологиями водоподготовки и водоочистки. Вся информация подкрепляется литературными ссылками, заносимыми в БД.
2	Разработка описательного скелета базы данных позволяющий делать запросы по категориям: вид и класс, концентрация в природной среде, частота обнаружения, индивидуальное описание, токсичность для живых объектов, степень удаления технологиями очистки. Разработка системы комплексных запросов с сочетанием описанных выше категорий.
3	Подробное письменное описание таблиц, имен полей, типов данных, свойства для четкости создаваемой модели БД.
4	Создание макета шапок таблиц в MS Word.
5	Разработка базы данных в программном обеспечении MS Access на основании технического задания.
6	Разработка запросно-отчетной структуры и визуальной оболочки базы данных.

Структура базы данных состоит из шести разделов, представленных в табличной форме (табл. 2), а именно: общие сведения о веществе, общие химические свойства, область применения вещества, взаимодействие с биологическими объектами, распространенность в природных и антропогенных системах.

Таблица 2. Разделы базы данных «Ксенобиотические вещества в окружающей среде»

№	Название раздела	Описание разделов
1	Общие сведения о ксенобиотическом веществе	CAS номер; название вещества; химическая группа веществ; функциональная группа; химическая формула; общее описание;
2	Общие химические свойства	CAS номер; название вещества; растворимость в воде; молекулярная масса; адсорбируемость. Коэффициент адсорбции;
3	Область применения ксенобиотического вещества	CAS номер; название вещества; применение в промышленности; применение в бытовом хозяйстве; естественное нахождение в природе;
4	Взаимодействие с биологическими объектами	CAS номер; название вещества; эффект воздействия на биологические объекты; токсичность; канцерогенность; склонность к аккумуляции; деструктор эндокринной системы;
5	Распространенность в антропогенных системах	CAS номер; название вещества; концентрация в неочищенных сточных водах (концентрации: Ср, Смедан, Смин, Смакс) и очищенных сточных водах (концентрации: Ср, Смедан, Смин, Смакс), осадках сточных вод (концентрации: Ср, Смедан, Смин, Смакс);
6	Распространенность в природных системах	CAS номер; название вещества; концентрация в поверхностных водных объектах (концентрации: Ср, Смедан, Смин, Смакс), концентрация в донных отложениях (концентрации: Ср, Смедан, Смин, Смакс).

Графический интерфейс разработанной базы данных представлен на рис. 1. Функционал БД позволяет выбрать одно или несколько веществ для сравнения их характеристик, отражающихся в табличных окнах по тематическим разделам. Кроме того, существует возможность создания отчетной форме для печати по одному или нескольким разделам.

Выводы и направления дальнейших разработок. В настоящей работе была создана тестовая модель базы данных, направленная на детальное описание любого загрязняющего вещества с точки зрения его химической структуры, свойств, опасности для живых объектов и области распространения в природных и антропогенных средах, что позволяет полностью систематизировать доступную информацию в максимально удобном для пользователей формате. Отличительной особенностью БД является разработанная система навигации и формирования отчетов, позволяющая упростить работу с массивом данным

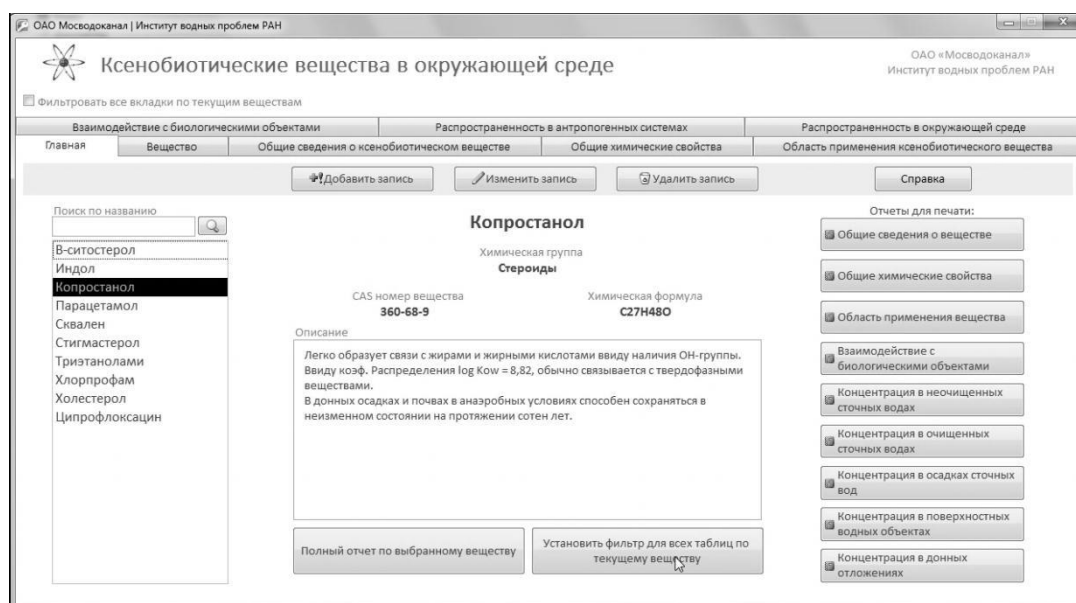


Рис. Графический интерфейс базы данных.

База данных предполагает сбор информации научно-исследовательских работ касательно свойств и количественного обнаружения ксенобиотических веществ в природных и антропогенных средах, что подразумевает длительный и кропотливый анализ доступной информации. Поэтому, первоочередной задачей в будущем является внесение в базу данных наиболее распространенных загрязняющих веществ на основании информации отечественных и зарубежных научно-исследовательских работ.

Базу данных предполагается дополнить разделом информации о поведении загрязняющих веществ в сточных водах и эффективности удаления на этапах механической, биологической, третичной очистки. Обилие научно-исследовательских работ по удалению конкретных ксенобиотических групп подтверждает актуальность единой консолидации подобного рода информации для научно-практических целей.

Детализации и подробной проработки требует раздел, описывающий взаимодействие ксенобиотиков с бактериальными группами, где следует размещать информацию о бактериальных видах, способных к деградации или трансформации исходных веществ и соответствующие условия протекания данных реакций и стехиометрического описания процесса.

В базу данных также предполагается добавить раздел о методах количественной идентификации ксенобиотических веществ, что также является важным направлением дальнейшей модернизации разработанной системы. В разделе будут приведены условия отбора, консервации пробы и её подготовки к анализу (очистка, концентрирование), а также используемые аналитические методы и конфигурации их эксплуатации для каждого конкретного случая. Это позволит решить ряд проблем аналитической химии, значительно упростит процесс целевой идентификации близкородственных соединений в случае наличия информации хотя бы об одном веществе.

Возможна более детальная проработка раздела токсикологического воздействия ксенобиотических веществ. Добавление информации о пороговых концентрациях и концентрациях влекущих острое и хроническое воздействие позволят более полно обрисовать картину негативного воздействия на живые объекты.

Список литературы

База данных трансформации и транспорта ксенобиотиков в организме: [Электронный ресурс]. - Режим доступа:

<http://bioinformatics.charite.de/transformer/>

База данных «Фармацевтические вещества в окружающей среде»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа:

<http://products.coastalscience.noaa.gov/peiar/>

База данных Spectrum Laboratories Inc.: [Электронный ресурс]. - Режим доступа:

<http://www.speclab.com/compound/chemabc.htm>

Программа по исследованию деструкторов эндокринной системы Евросоюза: [Электронный ресурс]. - Режим доступа:

http://ec.europa.eu/environment/chemicals/endocrine/index_en.htm

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗООПЛАНКТОНА ОСНОВНЫХ ПРИТОКОВ ОЗЕРА СЕВАН (АРМЕНИЯ)

А. О. Айрапетян

*Институт гидроэкологии и ихтиологии, Научного центра зоологии и гидроэкологии НАН РА,
Армения, г. Ереван, 0014, ул. П. Севака, 7, armmino@yandex.ru*

Впервые проводились исследования 7- и основных притоков зоопланктона оз. Севан. Были выявлены структурные особенности планктонных беспозвоночных. Обнаружено 25 таксонов, из которых 11 — Rotifera, 7 — Copepoda, 7 — Cladocera. Высокие качественные и количественные показатели были зарегистрированы в р. Аргичи, и в устье р. Личк. Выявлены основные факторы, влияющие на состояние зоопланктона исследованных притоков озера.

Ключевые слова: зоопланктон, видовой состав, р. Дзкнагет, р. Гаварагет, р. Личк, р. Аргичи, р. Варденис, р. Макенис, р. Масрик.

The zooplankton of 7 main tributaries of Lake Sevan was studied for the first time. The structural features of plankton invertebrates have been identified. 26 species were detected, among which 11 — Rotifers, 7 — Copepods, 7 — Cladocera. The highest qualitative and quantitative parameters were recorded in Argichi River and in the mouth of Lichk River. The main factors that influence on the state of zooplankton of investigated tributaries of the lake were revealed.

Keywords: zooplankton, species composition, Dznaget, Gavaraget, Lichk, Argichi, Vardenis, Makenis, Masrik.

Исследования зоопланктона оз. Севан начались с 1930-х гг. (Мешкова, 1953, 1962, 1975; Симонян, 1991), однако зоопланктон основных притоков водоема почти не был исследован. Первые исследования некоторых притоков были проведены в 2006 г. в рамках совместной Армяно-Российской биологической экспедиции (Крылов и др., 2007).

В оз. Севан впадают 28 притоков из которых в нашей работе были включены исследования зоопланктона 7-и следующих основных притоков озера.

Река Дзкнагет — длина 23.5 км: исток реки расположен на высоте 2600 м, устье — 1900 м. Река протекает в небольшом ущелье, и впадает в Малый Севан.

Река Гаварагет — длина 24 км, площадь бассейна 480 км², впадает в Малый Севан. Образуется на северном склоне горы Спитакасар Гегамского хребта. В нижнем течении протекает по равнинной местности, образуя долину, расположенную на берегу озера между двумя невысокими вулканическими грядами. Поверхность долины сложена осадочными породами.

Река Личк: длина 8 км, берет начало из восточной части Гегамского хребта и впадает в Большой Севан.

Река Аргичи: длина 51 км, берет начало от северо-восточной части горы Гндасар, впадает в Большой Севан после с. Неркин Геташен.

Река Варденис: длина реки составляет 29 км, впадает в Большой Севан. Исток реки расположен близ горы Варденис, река протекает через населённые пункты Цовинар и Варденик.

Река Макенис: длина реки составляет 26 км. Берет начало с восточной части Варденисских гор и впадает в Большой Севан около с. Каряхпюр.

Река Масрик: длина реки 45 км, берет начало с юго-восточной части Севанских гор и в северной части с. Цовак впадает в Большой Севан (Чилингарян и др., 2002).

С целью изучения структурных показателей зоопланктона основных притоков оз. Севан в августе 2010, 2012, 2013 гг. на 14 станциях 7-и рек были собраны пробы.

Для сбора материала были выбраны верхние и нижние течения выше упомянутых рек. Пробы собирали ведром, с помощью которого процеживали 30–70 л воды через планктонную сеть с размером ячеи 0.064 мкм. Пробы фиксировали 4%-ным формалином, камеральную обработку проб проводили по общепринятой методике (Методика ..., 1975; Киселев, 1980). Для идентификации видов беспозвоночных использовали определители (Определитель ..., 2010).

В течение периода наших исследований было обнаружено 25 таксонов планктонных беспозвоночных (Rotifera — 11, Copepoda — 7, Cladocera — 7). Исследованные реки отличались по составу таксонов, но представители рода *Euchlanis* были самыми распространёнными, они были обнаружены во всех реках (табл. 1).

Сравнительно высокое видовое разнообразие во все годы исследований было характерно для нижнего течения р. Аргичи (табл. 1), на этой станции были зарегистрированы также максимальные значения численности и биомассы (с 0.78 по 0.87 тыс. экз./м³; с 0.49 по 0.31 г/м³), за исключением 2013 г. когда максимальные количественные значения отмечались в устье реки (5.14 тыс. экз./м³ и 0.09 г/м³). На станциях р. Аргичи были отмечены минимальные значения (0.02–0.03 м/с) а иногда даже отсутствие скорости течения, а также обилие макрофитов, благодаря этим факторам создавались благоприятные условия для развития зоопланктона.

Сравнительно высокие значения качественных и количественных показателей были отмечены также в нижнем течении р. Личк (0.5–2.3 тыс. экз./м³; 0.0580–0.1870 г/м³), где также были благоприятные условия для развития сообщества (обилие макрофитов, отсутствие течения). Нужно отметить, что на эта станция специфична тем, что здесь находится зона контакта речных и озерных вод.

На отмеченных выше станциях преобладали планктонные ракообразные (> 80%), в отличии от остальных станций где основу численности и биомассы составили коловратки (> 85%).

Минимальные количественные и качественные показатели были зарегистрированы на станциях рек Дзкнагет (от 0 до 0.025 тыс. экз./м³, от 0 до 0.0003 г/м³) и Варденис (от 0 до 0.1660 тыс. экз./м³, от 0 до 0.0010 г/м³), а в верхнем течении р. Масрик и в нижнем течении р. Гаварагет не были зарегистрированы организмы.

Таблица 1. Список видов планктонных ракообразных, найденных в реках, впадающих в оз. Севан в августе 2010 (1), 2012 (2), 2013 (3) гг.

Таксон	Реки																																									
	Дзкнагет						Гаварагет						Личк						Аргичи						Варденис						Макенис						Масрик					
	В.Т.			Н.Т.			В.Т.			Н.Т.			В.Т.			Н.Т.			В.Т.			Н.Т.			В.Т.			Н.Т.			В.Т.			Н.Т.								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3									
ROTIFERA																																										
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+									
<i>E. triquetra</i> Ehrenberg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+									
<i>E. lyra</i> Hudson	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-									
<i>Cephalodella gibba</i> Ehrenberg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
<i>Brachionus caliciflorus</i> Pallas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
<i>B. quadridentatus ancylognathus</i> Schmardf	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
<i>B. quadridentatus</i> Herman	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-									
<i>Lecane luna</i> Müller	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
<i>Keratella testudo</i> Ehrenberg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
<i>Eosiphora</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
COPEPODA																																										
<i>Paracyclops affinis</i> (Sars)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
<i>P. fimbriatus</i> (Fischer)	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-									
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer)	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+									
<i>E. macruiroides</i> (Lilljeborg)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
<i>Macrocyclus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
<i>Megacyclus gigas</i> (Claus)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
<i>Cyclops abyssorum</i> Sars	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
Науплиальные стадии	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+									
CLADOCERA																																										
<i>Daphnia hyalina</i> Leydig	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
<i>Alona rectangularis</i> Sars	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-									
<i>Alona gutata</i> Sars	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
<i>Alona quadrangularis</i> (O.F.Müller)	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-									
<i>Simoecephalus vetulus</i> (O.F.Müller)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
<i>Simoecephalus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Müller)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-									

Примечание. Здесь и табл. 2: в.т. — верхнее течение, н.т. — нижнее течение.

На всех упомянутых станциях были зарегистрированы максимальные скорости течения (0.18–0.25 м/с), здесь присутствовали только представители класса Bdelloidea Hudson, 1884 и отряда Harpacticoida G.O. Sars, 1903, иногда науплиусы веслоногих ракообразных.

На всех исследуемых станциях с 2010 по 2013 г. наблюдалось увеличение количественных показателей и видового разнообразия (табл. 1), также наблюдалась увеличение температуры воды (табл. 2).

Таблица 2. Температура (°C) воды в исследуемых участках рек

Река	2010		2012		2013	
	в.т.	н.т.	в.т.	н.т.	в.т.	н.т.
Дзкнагет	12	16	13	18	14	18
Гаварагет	14	8	13	9	18	12
Личк	5	10	6	12	7	14
Аргичи	12	8	17	15,5	18	20
Варденис	10	10	16.5	17.5	16	17
Макенис	11	12	15	10	22	15
Масрик	9	11	11	15	12.5	16.5

Таким образом, исследования показали, что зоопланктон изученных малых рек чутко реагируют на изменения факторов (в данном случае, температуры воды и скорости течения), что свойственно потамопланктону (Крылов, 2005). Среди выявленных видов большинство эврибионты с высокой экологической толерантностью, индикаторы β-мезосапробных вод.

Список литературы

- Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. Т. 2. Л.: Наука, 1980. 440с.
 Крылов А.В. Зоопланктон равнинных малых рек. М.: Наука, 2005. 262 с.
 Крылов А.В., Акопян С.А., Айрапетян А.О. Зоопланктон притоков и литорали озера Севан в 2006г. // Известия аграрной науки. 2007. Т. 5. № 1. С. 71–74.
 Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.
 Мешкова Т.М. Зоопланктон озера Севан // Тр. СГБС. 1953.Т. 13. С. 6–171.
 Мешкова Т.М. Современное состояние планктона в озере Севан // Тр. СГБС. 1962. Т. 16. С. 15–88.
 Мешкова Т.М. Закономерности развития зоопланктона в озере Севан. Ереван: АН Арм. ССР, 1975. 275 с.
 Чилингарян Л.А., Мнацаканян Б.П., Агабабян К.А., Токмаджян Г.В. Гидрография рек и озер Армении. Ереван. 2002. Спец. выпуск. С. 196–204.
 Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. М.-СПб., 2010. 495 с.

УДК 574.5

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАЛЫХ РЕК – ПРИТОКОВ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

Д. Г. Алешина, А. Л. Афанасьева

Институт озерадения Российской академии наук, 196105, Санкт-Петербург, ул. Севастьянова, д.9,
abdulnasyrova@mail.ru, afal359@mail.ru

На основе характеристик зоопланктонного и фитопланктонного сообществ была проведена оценка экологического состояния малых рек – притоков Ладожского озера в сентябре 2013 г. Структура сообщества фитопланктона, численность доминирующих видов, индексы сапробности в большинстве рек позволяют предположить, что речные воды умеренно загрязнены (третий класс качества воды). На основании показателей зоопланктона можно охарактеризовать исследованные реки как чистые (второй класс качества вод).

Ключевые слова: фитопланктон, зоопланктон, малые реки, Ладожское озеро, притоки.

Assessment of ecological state of the small rivers are presented based on structural characteristics of phytoplankton and zooplankton communities in September 2013. Community structure, abundance of dominant species as well as saprobic indices of phytoplankton suggest that the rivers water is moderately polluted (the third level of water quality). Based on zooplankton community, the river may be characterized as clean (the second level of water quality).

Keywords: phytoplankton, zooplankton, small rivers. Lake Ladoga, tributaries.

Водосборный бассейн Ладожского озера составляет 258.6 тыс. км² и включает в себя более 3.5 тыс. рек. Необходимость оценки экологического состояния притоков Ладожского озера обусловлена их влиянием на водный баланс озера, его гидрохимический состав, биоценозы и экологическое состояние в целом, важным рыбохозяйственным и рекреационным значением рек, а также значительным и нарастающим антропогенным воздействием на водотоки. Фитопланктон и зоопланктон являются важнейшими структурно-функциональными звеньями водных экосистем, широко используются для диагностики признаков загрязнения и антропогенного эвтрофирования.

Целью нашего исследования была оценка современного экологического состояния малых рек – притоков Ладоги на основании показателей сообществ зоо- и фитопланктона.

Ранее фитопланктонные сообщества притоков озера изучались в ходе комплексной работы по оценке экологического состояния рек бассейна Ладожского озера по гидрохимическим показателям и структуре гидробио-

ценозов (Трифенова, 2006). В литературе (Куликова, 2012) присутствует описание зоопланктона притоков северной части бассейна озера, данных о зоопланктонных сообществах других малых притоков Ладоги не найдено.

Общность климатических условий Ладожского бассейна определяет сходство основных гидрохимических характеристик притоков озера (гидрокарбонатно-кальциевый состав). Отличия южной части бассейна и северной обусловлены геоморфологическим строением, составом слагающих пород. Исследования притоков Ладоги 1995–2005 гг. (Расплетина, 2006) показали, что озерность и заболоченность оказывали большое влияние на гидрохимический состав речных вод. Для рек северного, северо-восточного и восточного побережья (Коккаланйоки, Тохма, Уксун, Видлица, Тулокса) характерна низкая минерализация и малая амплитуда ее колебания. Биогенный режим северных притоков свидетельствовал о незначительной хозяйственной освоенности водосбора. Воды рек южного и юго-западного побережья были сильно гумифицированы. Их водосборные бассейны испытывали повышенную антропогенную нагрузку и отличались высоким уровнем содержания соединений азота, фосфора и хлора (Расплетина, 2006).

Количественные пробы зоо- и фитопланктона отбирали в нижнем течении рек (табл. 1) в сентябре 2013 г. При обработке материала применялись стандартные методики (Руководство ..., 1992). Качество воды рек оценивали по индикаторным организмам с использованием метода Пантле–Букк в модификации Сладечека (Sladecsek, 1973).

Таблица 1. Физико-географическая характеристика водосборов малых рек – притоков Ладожского озера (Ресурсы, 1965)

Расположение водосборов рек	Река	Озерность, %	Длина, км.	Площадь водосборного бассейна, км ²	Расход воды, м ³ /с
Северное побережье	Коккаланйоки	14	60	1370	10.7
	Тохма	6	74	1602	9.2
	Уксун	6	121	1080	15.0
Северо-восточное и восточное побережье	Видлица	9	67	1320	18.5
	Тулокса	0	77	900	8.6
Юго-западное и южное побережье	Лава	0	31	529	4.2
	Назия	0	42	332	2.1
	Морье	0	43	478	4.0
	Авлога	2	54	385	1.0

К малым водотокам частного бассейна Ладожского озера относили реки длиной до 250 км, водосборной площадью до 10000 км², среднегоголетним расходом до 20 м³/с (табл. 1).

Всего в осеннем планктоне обнаружено 77 таксонов водорослей рангом ниже рода, относящихся к 8 отделам. Основу всей альгофлоры в целом создавали диатомовые (37% от общего числа таксонов) и зеленые водоросли (25%). Максимальным разнообразием отличались диатомовые водоросли. В речном планктоне они составляли от 21% (р. Авлога) до 54% (р. Тулокса) общего числа всех встреченных видов. Из центрических диатомовых типичными для большинства изученных водотоков являлись виды *Aulacoseira ambigua* (Grun.) Sim., *A. subarctica* (O. Müll.) Haworth, *Melosira varians* Ag., виды родов *Cyclotella*, *Stephanodiscus* и *Cyclostephanos*. Из пенинатных диатомей практически повсеместно встречались виды *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kütz., *T. flocculosa* (Roth.) Kütz., *Ulnaria ulna* (Nitzsch) P. Compiere и виды рода *Fragilaria*. Наибольшее число диатомей выявлено в планктоне р. Видлица — 18 таксонов, минимальное — в реках Морье и Авлога (соответственно 5 и 4 таксона).

Вторая по видовому богатству группа — зеленые водоросли. На их долю в планктоне исследованных рек приходилось от 8% (р. Тулокса) до 32% (р. Авлога) общего числа обнаруженных таксонов. К наиболее часто встречающимся относились такие виды как *Closterium acutum* (Lyngb.) Brèb., *Crucigenia tetrapedia* (Kirchn.) W. et G. S. West, *Chlamydomonas* sp., *Monoraphidium contortum* (Thur.) Kom.-Legn., *Tetraedron minimum* (A. Br.) Hansg. и *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Brèb. Наибольшее число таксонов зеленых водорослей зафиксировано в реке Видлица — 13, наименьшее — в реках Тулокса и Назия (2 таксона). Другие отделы водорослей характеризовались невысоким богатством — от 1 до 7 таксонов. Таксономическое разнообразие водорослей осеннего планктона малых притоков значительно отличалось. Так, динофитовые водоросли обнаружены в 3 реках, единственный представитель рафидофитовых *Gonyostomum semen* Diesing — в 4, синезеленые — в 5. Максимальное количество видов — 45, выявлено в р. Видлица, минимальное — в р. Назия — 14.

Структура фитопланктона по биомассе также значительно варьировала в различных водотоках. Общая биомасса фитопланктона в сентябре колебалась от 0.12 (р. Назия) до 0.7 мг/л (р. Морье). В притоках северного побережья Коккалан и Уксун основу биомассы создавали зеленые водоросли (66 и 34% соответственно) и диатомовые (21 и 52% соответственно). Из зеленых преобладал *Botryococcus braunii* Kütz., из диатомовых — *M. varians*. В р. Тохме доминировали рафидофитовые за счет массового развития крупноклеточного *G. semen*, создававшего от 42% общей биомассы. В реках северо-восточного побережья преобладали диатомовые и криптофитовые водоросли. В р. Видлица диатомовые определяли 70% общей биомассы за счет активной вегетации

M. varians. В р. Тулокса доля криптоноад в суммарной биомассе достигала 63% благодаря массовому развитию видов рода *Cryptomonas*.

В притоках южного побережья Лава и Назия основу биомассы речного фитопланктона создавали криптофитовые (45–49%) и диатомовые (23–37%) водоросли. Из диатомовых в состав доминантов входили виды родов *Cyclotella*, *Stephanodiscus* и *Cyclostephanos* (р. Лава) и *U. ulna* (р. Назия). В реках юго-западного побережья Морье и Авлога доминировали криптофитовые, рафидофитовые и зеленые водоросли. В р. Морье на долю криптоноад приходилось 50% суммарной биомассы, на долю рафидофитовых — 22%. В р. Авлога активное развитие крупноклеточной водоросли *B. braunii* обеспечило абсолютное доминирование зеленых водорослей — 60%, субдоминантами были криптофитовые — 19%.

Анализ видового состава на сапробность показал, что виды, имеющие индикаторное значение, составляли 73% общего видового состава фитопланктона. На долю β -мезосапробов и промежуточной группы — β -олиго- и олиго- β -мезосапробы, характеризующих условия слабой степени загрязнения, приходилось соответственно 38 и 30% общего числа индикаторов. Роль олигосапробов и α -о- и α - β -мезосапробов была невелика — 9%. Наибольшее значение эти показатели чистых вод имели в реках северного и северо-восточного побережья. Количество обитателей зон сильного загрязнения — α -, α -о- и α - β -мезосапробов, достигало 21%. Эти виды чаще встречались в загрязняемых притоках Лаве, Назии, Морье и Тулоксе. Индекс сапробности по фитопланктону изменялся в широких пределах — от 1.65 до 2.65. Наиболее низкие его величины отмечались в притоках северного и северо-восточного побережья Коккалан, Уксун, Тохма и Видлица, что характеризует эти реки как достаточно чистые. Максимального значения индекс сапробности достигал в р. Тулокса, которая может быть отнесена к умеренно загрязненной зоне.

Таксономический состав зоопланктона исследованных притоков Ладожского озера включает 60 таксонов из 31 рода и 15 семейств, где Rotifera—19 (31.6%), Cladocera — 28 (46.8%), Copepoda — 13 (21.6%), в том числе Calanoida — 7 (11.6%) и Cyclopoida — 6 (10%).

По соотношению основных групп зоопланктон большинства притоков ротаторно-кладоцерный, исключение составляют реки Назия и Уксун, где осенью 2013 г. коловратки не были отмечены. Представители группы Calanoida встречались только в реках в высоком коэффициентом озерности — Коккаланйоки, Тохма, Уксун, Видлица (табл. 1). Наиболее часто в зоопланктонных сообществах встречались *Asplanchna priodonta* Gosse, 1850 (14%), *Euchlanis lyra* Hudson, 1886 (33%), *Eu. dilatata* Ehrenberg, 1832 (19%), *Eu. incisa* Carlin, 1939 (14%), *Eu. trigueta* Ehrenberg, 1838 (19%), *Kellicottia longispina* (Kellicott, 1879) (14%), *Synchaeta* spp. (19%), *Acroperus harpae* (Baird, 1834) (38%), *Alona quadrangularis* (O.F. Müller, 1875) (48%), *Alonella nana* (Baird, 1850) (29%), *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller, 1785) (52%), *Pleuroxus trigonellus* (O.F. Müller, 1785) (29%), *Simocephalus vetulus* (O.F. Müller, 1776) (29%), *Eucyclops macrurus* (Sars, 1863) (24%), *Mesocyclops leucarti* (Claus, 1857) (24%). Таксономическое разнообразие по рекам значительно отличалось. Наибольшее видовое богатство отмечено в реках Тохма (13), Лава (14), Авлога (10), наименьшее в р. Назия (5).

В целом, количественные показатели зоопланктонных сообществ нижнего течения малых притоков Ладожского озера в сентябре 2013 г. имели низкие значения: численность колебалась от минимальной 113 экз./м³ в р. Назия до максимальной 487 экз./м³ в р. Тохма, биомасса соответственно от 0.83 мг/м³ до 13.61 мг/м³ в р. Авлога. Значения индекса Шеннона по численности имели большой разброс от минимального 1.10 в р. Коккаланйоки до 2.09 в р. Тохма. Индекс Шеннона по биомассе варьировал от 1.06 в р. Коккаланйоки до 2.13 в р. Лава.

Анализ видового состава на сапробность показал, что виды, имеющие индикаторное значение, составляли 55% общего видового состава зоопланктона. Наибольшее количество олигосапробов и α -о-мезосапробов, являющимися показателями чистых вод было отмечено в реках северного и северо-восточного побережья, которые составили 16%. На долю α - β , β -мезосапробов, характеризующих условия слабой степени загрязнения, приходилось соответственно 54% общего числа индикаторов. Обитатели зон сильного загрязнения — α - и β - α -мезосапробы чаще встречались в притоках Назия, Морье и Тулокса, достигая 30% от общего количества индикаторных видов.

Индекс сапробности малых притоков Ладоги по зоопланктону колебался в небольших пределах от минимального значения 1.20 в р. Коккаланйоки до максимального 1.61 в р. Тулокса, среднее значение составило 1.36. Также как по фитопланктону, низкие величины индекса сапробности отмечались в притоках северного и северо-восточного побережья Уксун, Тохма и Видлица, что характеризует данные реки как достаточно чистые. Полученные данные позволяют сделать вывод о достаточно низком уровне загрязнения и охарактеризовать исследованные участки рек (нижнее течение) большинства рек в сентябре 2013 г. как чистые воды, кроме р. Тулокса, воды которой умеренно загрязнены.

В целом, по составу индикаторной альгофлоры осеннего планктона исследованные участки малых рек — притоков Ладожского озера относятся к III классу качества воды (удовлетворительной чистоты), кроме р. Тулокса, воды которой относятся к IV классу (умеренно загрязненные воды). На основании показателей зоопланктона почти все малые притоки можно охарактеризовать как чистые (II класс качества воды), исключением является р. Тулокса, которая относится к III классу качества воды.

Список литературы

Куликова Т.П. Зоопланктон водных объектов северной части бассейна Ладожского озера. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2012. 192 с.

- Расплетина Г.Ф., Кулиш Т.П., Петрова Т.Н. Гидрохимическая характеристика рек – притоков Ладожского озера и р. Невы // Оценка экологического состояния рек бассейна Ладожского озера по гидрохимическим показателям и структуре гидробиоценозов. Санкт-Петербург: изд-во «Лемма», 2006. С. 11–17.
- Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 2. Карелия и Северо-Запад / Под ред. Е.Н. Таракановой. Л.: Гидрометеиздат, 1965. 700 с.
- Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб.: Наука, 1992. 318 с.
- Трифонов И.С., Павлова О.А., Афанасьева А.Л. Структура и продуктивность фитопланктона рек бассейна Ладоги как индикатор их состояния // Оценка экологического состояния рек бассейна Ладожского озера по гидрохимическим показателям и структуре гидробиоценозов. СПб.: ЛЕМА, 2006. С. 70–79.
- Sladeczek V. System of water quality from the biological point of view // *Ergebn. der Limnol.* Н. 7. Arsh. fur Hydrobiol. Bieheft. 7. 1973. P. 1–218.

УДК 574.587+556.53(571.13)

МАЛЫЕ РЕКИ БАСЕЙНА БОЛЬШОГО ЮГАНА (ХАНТЫ-МАНСКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ – ЮГРА) КАК СРЕДА ОБИТАНИЯ МАКРОЗООБЕНТОСА

Н. И. Андреев¹, С. И. Андреева², Е. С. Бабушкин³, М. В. Винарский⁴, А. В. Каримов²

¹Омский государственный университет путей сообщения, 644046, г. Омск, пр. Маркса, 35, e-mail: nik_andreyev@mail.ru

²Омская государственная медицинская академия, 644043 г. Омск, ул. Ленина, 12, e-mail: [sandreva@yandex.ru](mailto:sandreeva@yandex.ru)

³Государственный заповедник «Юганский», 628458, с. Угут, Сургутский район, ХМАО-Югра, e-mail: bes_82@bk.ru

⁴Омский государственный пед. университет, 644099, Омск, Набережная Тухачевского, 14, e-mail: radix.vinarski@gmail.com

Впервые для бассейна реки Большой Юган, левого притока р. Оби, дана характеристика малых рек как среды обитания макрозообентоса. Приведены первые сведения о макрозообентосе малых рек обследованного района.

Ключевые слова: Большой Юган, малые реки, макрозообентос.

The small rivers of the Bolshoy Yugan River basin are for the first time characterized as an environment for organisms of macrozoobenthos. The data on macrozoobenthos of the basin's small rivers are provided.

Keywords: Bolshoy Yugan River, small rivers, macrozoobenthos

Гидробиологическое обследование водоемов в бассейне р. Большой Юган, в том числе и ряда малых рек, проводилось в 2012 и 2013 гг.

Большой Юган — левый приток р. Оби. В его бассейне насчитывается свыше 1800 водотоков, абсолютное большинство которых до 10 км длиной (только 13 рек более 100 км), около 7900 озер и много болот. Озерность речного бассейна составляет 1.6%, болотистость 33%, лесистость 65%. Значительное число малых рек, озер и болот обусловлено избыточным увлажнением территории и исключительно равнинным характером рельефа, а также повсеместным распространением под плащом четвертичных (антропогенных) осадков глинистых отложений палеогена, препятствующих фильтрации атмосферных осадков в более глубокие слои земной коры (Ресурсы поверхностных вод ..., 1967; Лезин, 1999).

Реки в бассейне Большого Югана текут с невысоких болотных водоразделов, имеют незначительные продольные уклоны и сильно меандрируют. Питание преимущественно снеговое. Характерны относительно невысокое и растянутое во времени весеннее половодье, которое продолжается в среднем три месяца, повышенный летне-осенний сток и низкая зимняя межень. Самый низкий расход воды в реках отмечается в марте, самый высокий — в мае. Ледовый покров сохраняется около 190 дней. (Природные условия ..., 1963; Байкалова и др., 1999; Лезин, 1999; Переясловец и др., 2001).

Вода слабокислая, реже нейтральная (рН у с. Угут в среднем 6.8), мягкая. Содержание кислорода в воде даже в безледный период обычно ниже нормы, зимой нередки заморы. В воде содержится много растворенных органических веществ. Вследствие сильной заболоченности региона наблюдается повсеместное превышение нормативов по содержанию Fe, NH₄⁺, ХПК (Савичев, 2010).

Малые реки бассейна Большого Югана, кроме перечисленных выше особенностей обладают рядом общих черт, имеющих первостепенное значение для характеристики их как среды обитания макрозообентоса. Благодаря прохладному северному климату температура воды в реках большую часть года невысока, максимальные значения в самое жаркое время редко превышают 20°C. Течение воды в период подпора со стороны принимающей приток реки может отсутствовать, иногда возможен и обратный ток. Максимальная зарегистрированная нами скорость течения в малых реках — 0.5 м/с. Воды малых рек в той или иной степени окрашены. Окраска вод варьирует от желтоватой до бурой и определяется высоким содержанием растворенных органических веществ. Мутность речных вод также высока, прозрачность воды не достигает 1 м, обычно — 0.4–0.6 м. Низкая прозрачность, длительное половодье в совокупности с сильной затененностью малых рек — тайга зачастую подступает к самой воде — обуславливают бедное развитие высшей водной растительности или даже ее отсутствие.

Река Вачемпеу — правый приток р. Большой Юган на 226 км от устья, длина 35 км (Государственный ..., 2014). Верховья р. Вачемпеу находятся на территории государственного заповедника «Юганский», устье — в охранной зоне. Пойма узкая, обильно поросшая ивой, к ней вплотную подходит темнохвойная тайга с примесью березы. Ширина реки 4–6 м, глубина до 1.5 м. Прозрачность воды по диску Секки в периоды наблюдений была 0.6 м. Скорость течения изменялась от незначительной до 0.3–0.5 м/с в зависимости от уровня воды и подпора водами р. Большой Юган. Грунты песчано-илистые с примесью растительных остатков. Из высших

водных растений отмечены лишь осоки и сабельник болотный по берегам. В макрозообентосе по численности и биомассе преобладали личинки хирономид (таблица).

Река Угутка — правый приток р. Большой Юган на 168 км от устья, длина 42 км (Государственный ..., 2014). Это типичная таежная речка с узким меандрирующим руслом, местами перегороженным упавшими деревьями, в нижнем течении с крутыми песчаными берегами, поросшими соснами и березами. Верхнее течение реки заболочено и труднодоступно, ниже многочисленны небольшие пойменные водоемы, которые заливаются во время половодья. Половодье особенно выражено в нижнем течении реки. Глубины в межень составляют от нескольких десятков сантиметров на перекатах, до 3 м на плесах. Вода буро-коричневого цвета. Прозрачность в среднем течении до 1 м по диску Секки, уменьшается по мере приближения к устью. Скорость течения до 0.5 м/сек. Преобладают песчаные грунты; в верховьях это пески, покрытые мощным слоем детрита, торфа, ила; в нижнем течении — чистые пески, либо заиленные пески с детритом в местах с замедленным течением. В верхнем и среднем течении развиты макрофиты — роголистник, белокрыльник болотный, сабельник, осоки; в нижнем течении и устье они редки. Преобладающей группой организмов в макрозообентосе по численности были хирономиды, по биомассе — моллюски. В целом, как численность, так и биомасса зообентоса крайне низки.

Таблица. Численность и биомасса макрозообентоса малых рек в бассейне Большого Югана

Река	Дата	Oligochaeta	Chironomidae	Ceratogonidae	Chaoboridae	Bivalvia	Личинки прочих Insecta	Всего
Численность, экз./м ²								
Вачемпеу	19.08.2012	533	4973	—	—	467	27	6000
Енорд	03.08.2013	1040	520	—	40	280	—	1880
Икьях	05.08.2013	306	186	—	27	40	13	572
Лартель	04.08.2013	800	27	—	200	—	—	1027
Угутка	13.08.2012	24	448	8	—	88	8	576
Биомасса, г/м ²								
Вачемпеу	19.08.2012	0.36	14.27	—	—	1.49	0.17	16.29
Енорд	03.08.2013	2.29	0.80	—	0.07	0.93	—	4.09
Икьях	05.08.2013	1.19	0.45	—	0.09	0.21	0.01	1.95
Лартель	04.08.2013	1.40	0.06	—	0.47	—	—	1.93
Угутка	13.08.2012	0.02	0.26	<0.01	—	0.95	0.02	1.25

Река Енорд — правый приток р. Большой Юган на 84 км от устья, длина 18 км (Государственный ..., 2014). Пойма узкая, берега заняты осинником. Во время обследования ширина реки составляла 20–25 м, максимальная глубина — 1.5 м, pH 6.9, температура воды — 20.2°C. Прозрачность воды не превышала 0.45 м по диску Секки, поскольку наблюдалось цветение воды и присутствие большого количества илистых частиц. Течение практически отсутствовало по причине подпора водами р. Большой Юган. В начале августа 2013 г. еще не наступил меженный период. Грунты в реке были перекрыты мощным слоем детрита с коричневатым наилком. Как по численности, так и по биомассе в макрозообентосе р. Енорд преобладающей группой организмов были олигохеты.

Река Лартель — правый приток р. Большой Юган на 73 км от устья, длина 26 км (Государственный ..., 2014). В нижнем течении обладает уже более широкой безлесной поймой, поросшей осоками и разнотравьем. Во время обследования ширина реки составила 25–30 м, максимальная глубина 1.5 м, pH 6.7, температура воды — 20.2°C. Вода была мутной, зеленовато-бурого цвета. Прозрачность составила 0.4 м. Уровень воды был высоким, течение отсутствовало из-за подпора водами р. Большой Юган. Грунты в реке разнообразны: от песчаных, с разной степенью заиления, до темно-серых илов. В макрозообентосе р. Лартель доминировали олигохеты.

Река Икьях — левый приток р. Большой Юган на 32 км от устья, длина 34 км (Государственный ..., 2014). Пойма реки широкая, поросшая осоками, разнотравьем, ивами. Ширина реки во время обследования составила 35–40 м, максимальная глубина 3 м, pH 6.8, температура воды 19.6°C. Вода мутная из-за илистых частиц и сильного развития фитопланктона, ее прозрачность составила 0.6 м по диску Секки. Подпор водами р. Большой Юган обеспечил высокий уровень стояния воды и практическое отсутствие течения. Грунты в реке также разнообразны: от песка до серого ила.

Преобладающей группой в макрозообентосе по численности и биомассе были олигохеты и хирономиды.

Особенностью функционирования макрозообентоса малых рек рассматриваемого района (в том числе наличие и соотношение групп организмов, их количественное развитие) является зависимость от паводкового режима. Период весеннего половодья, обеспечивающий высокое стояние уровня воды на малых реках бассейна р. Большой Юган, по мере удаления от устья сокращается. Гидрологический режим малых рек также сильно зависит от объема воды, поступающей по рекам Большой Юган и Обь (вызывает подпор Большого Югана). Большие объемы стока вызывают подпор воды в малых реках, при этом течение может либо отсутствовать, либо происходить в обратном направлении. Такой гидрологический режим обеспечивает оседание аллохтонного органического вещества в нижнем течении малых рек. Основные грунты малых рек обычно представлены «слоистым пирогом» из песка, ила и детрита в виде хорошо выраженных отдельных слоев или же перемешанных между собой. Сверху основной грунт перекрывается свежесосаженным органическим веществом в виде наилка, обычно коричневатого цвета. Именно наилок в низовьях малых рек (Енорд, Лартель, Икьях), обеспечи-

вает массовое развитие олигохет. Там же, где быстрее наступает меженный режим (реки Вачемпеу и Угутка) грунты в низовьях отмыты от наилка и в макрозообентосе преобладают хирономиды и двусторчатые моллюски.

Интересен факт массового развития олигохет в макрозообентосе рек расположенных в районе, где практически отсутствует влияние сельскохозяйственных и коммунальных стоков. В данном случае именно осаждение органического вещества, влекомого паводковыми водами, оказывается фактором обеспечивающим олигохетам преимущество в развитии.

В целом следует отметить, что малые реки в бассейне р. Большой Юган имеют сложный гидрологический режим, воздействие которого на грунты и осаждение органического вещества приводит к формированию весьма динамичных условий существования макрозообентоса.

Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, в рамках научного проекта № 14-04-31657 мол_а.

Список литературы

- Байкалова А.С., Переясловец В.М., Переясловец Т.С. и др. Юганский заповедник // Заповедники Сибири. Т. 1. М.: Логата, 1999. С. 48–57.
- Государственный водный реестр [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.textual.ru/gvr/>. Дата обновления: 31.07.2014.
- Лезин В.А. Реки Ханты-Мансийского автономного округа (справочное пособие). Тюмень: Вектор Бук, 1999. 160 с.
- Переясловец В.М., Переясловец Т.С., Байкалова А.С. Заповедник «Юганский». М.: Унисерв, 2001. 152 с.
- Природные условия и естественные ресурсы СССР. Западная Сибирь / под ред. Г.Д. Рихтера. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 492 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Т. 15. Алтай и Западная Сибирь. Вып. 2. Средняя Обь / под ред. В.В. Зееберг. М.: Гидрометеиздат, 1967. С. 140–142.
- Савичев О.Г. Фоновые концентрации веществ в речных водах таежной зоны Западной Сибири // Вестник Томского гос. ун-та. 2010. № 334. С. 169–175.

УДК 574.587 (571.13)

МАКРОЗООБЕНТОС РЕКИ ОША ЛЕВОГО ПРИТОКА ИРТЫША (ОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Н. И. Андреев¹, С. И. Андреева², А. В. Каримов², А. Н. Красногорова¹, И. Е. Казанцев²

¹Омский государственный университет путей сообщения, 644046, г. Омск, пр. Маркса, 35, e-mail: nik_andreyev@mail.ru

²Омская государственная медицинская академия, 644043 г. Омск, ул. Ленина, 12, e-mail: sjandreeva@yandex.ru

Приведены сведения о макрозообентосе р. Оша левого притока Иртыша. Общая биомасса макрозообентоса от верховий к устью закономерно снижается более чем в 10 раз со 102.2 до 8.2 г/м². Доминирующей группой организмов по численности являлись Chironomidae и Bivalvia, по биомассе — Bivalvia.

Ключевые слова: Оша, макрозообентос.

The data on the macrozoobenthos of the Osha River (left tributary of the Irtysh River) are presented. The total biomass of the macrozoobenthos gradually declines from the upper to lower courses of the river (from 102.2 to 8.2 g/m², i.e. more than 10 times). Chironomidae and bivalves were the most abundant groups. Bivalves are the dominate groups by their biomass.

Keywords: Osha River, macrozoobenthos.

Оша — река в Омской области, левый приток Иртыша. Длина 530 км, площадь бассейна 21 300 км². Берёт начало из озера Ачикуль (площадь 4.5 км²), которое соединяется с озёрами Тенис (118 км²) и Салтаим (146 км²). Течёт по Западно-Сибирской равнине. Гидрографическая сеть Оши очень редкая. Наиболее крупные притоки впадают с левого берега — реки Ик и Большой Аёв. Долина Оши в верховье V-образная, шириной 0.3–0.5 км с расширениями до 1–2 км. В среднем и нижнем течении она трапециевидная, шириной 0.6–1.5 км. Склоны пологие, высотой от 5 до 14 м. Ширина поймы в верхнем течении 8–80 м, в среднем и нижнем — 150–700 м. Русло реки умеренно извилистое, многократно зарегулировано плотинами. В засушливые годы на протяжении 214 км от истока река пересыхает. Ширина реки меняется от 5–20 м до 30–70 м на подпорных участках и излучинах, глубины соответственно от 0.1–1.2 м до 1.5–6.5 м. Дно большей частью илистое, русло местами сплошь зарастает водными растениями. Течение в межень слабое: 0.1–0.2 м/с и менее. В паводок скорость течения вырастает до 0.3–0.8 м/с (Характеристика состояния ..., 2010).

Минерализация воды Оши в период весеннего половодья колеблется от 103 до 545 мг/л, в летне-осеннюю межень — от 1554 до 2444 мг/л. При этом, следует отметить уменьшение минерализации от истока к устью (например, в ноябре 1989 г. в истоке минерализация была 1570 мг/л, в устье — 533 мг/л). Такая закономерность объясняется природными условиями водосборной площади реки, которая у истока и в среднем течении реки сложена грунтами с высоким содержанием легко растворимых солей. Вода Оши относится к гидрокарбонатному классу, но с повышенным содержанием натрия, сульфатов и хлоридов. Вода жесткая (8.6–13.2 мг.экв./л). Вода сильно загрязнена на всём протяжении реки. Содержание нефтепродуктов, фенолов, СПАВ, пестицидов в несколько раз превышает предельно допустимые концентрации. Отмечено повышенное содержание аммонийного азота, нитратов, солей железа, меди и цинка (Характеристика состояния ..., 2010).

В октябре 2011 г. нами проведена гидробиологическая съемка Оши. Были выполнены шесть разрезов, по три станции на каждом. Макрозообентос отбирался дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0.025 м². В низовьях Большого Аёва, впадающего в Ошу по левому берегу на 21 км от ее устья, также был выполнен гидробиологический разрез из трех станций.

Таблица. Численность и биомасса зообентоса в реках Оша и Большой Аёв в октябре 2011 г.

Река	Oligochaeta	Hirudinea	Bivalvia	Gastropoda	Amphipoda	Численность, экз./м ²		Chironomidae	Trichoptera	Plecoptera	Odonata	Heteroptera	Прочие*	Всего
Оша в районе:														
д. Савиново	387	13	893	480	67	107	747	27	493	93	–	–	27	3334
д. Михайловка	180	60	760	320	40	40	400	–	680	–	40	40	40	2560
с. Крайчиково	267	27	107	67	–	200	2760	293	200	–	27	27	27	3975
с. Колосовка	–	27	573	80	120	–	520	13	53	40	–	–	–	1426
д. Любимово	67	40	813	53	–	133	2240	80	13	–	13	13	–	3452
д. Семеновка	13	53	160	80	13	133	1787	27	280	13	40	40	–	2599
Средняя	151	35	539	172	40	106	1468	78	264	26	19	19	14	2912
Большой Аёв	240	–	13	13	–	213	2200	40	13	13	–	–	–	2745
Биомасса, г/м ²														
Оша в районе:														
д. Савиново	0.64	0.08	37.43	58.17	4.47	0.01	0.16	0.48	0.28	0.27	–	–	0.25	102.24
д. Михайловка	0.34	1.1	24.7	22.08	3.48	0.01	0.14	–	0.52	–	0.4	0.4	0.52	53.29
с. Крайчиково	0.43	0.72	5.97	4.67	–	0.09	2.32	4.89	0.16	–	0.44	0.44	1.21	20.90
с. Колосовка	–	1.39	22.25	2.69	5.48	–	1.01	0.17	0.09	0.21	–	–	–	33.29
д. Любимово	0.09	0.88	10.08	1.23	–	0.11	2.52	2.20	0.04	–	0.12	0.12	–	17.27
д. Семеновка	0.03	0.61	4.17	0.60	0.40	0.17	0.91	0.43	0.23	0.24	0.40	0.40	–	8.19
Средняя	0.25	0.78	17.01	14.48	2.24	0.07	1.24	1.44	0.20	0.13	0.22	0.22	0.32	38.38
Большой Аёв	0.57	–	0.19	0.47	–	0.11	1.17	0.45	0.01	0.01	–	–	–	2.98

* — к прочим отнесены личинки Tabanidae и Coleoptera.

Наиболее близким к истоку Оши был разрез в районе деревни Савино. Ширина реки в этом месте была до 7 м, максимальная глубина — 0.6 м. Грунты были представлены серыми илами, на которых развивались нитчатые водоросли. Сочетание растительности и медленного течения позволило развиваться представителям разных систематических групп, среди которых по численности преобладали *Bivalvia*, а по биомассе *Gastropoda* (таблица).

На разрезе в районе д. Михайловка глубины достигали 1.1 м, грунт серый ил, покрытый нитчатыми водорослями. По численности в макрозообентосе преобладали *Bivalvia* и *Plecoptera*, по биомассе — *Bivalvia* и *Gastropoda*.

В районе с. Крайчиково (1 км ниже по течению) глубины не превышали 0.5 м, грунт — заиленный песок. Река в этом месте протекала по руслу, врезанному на глубину около 5 м, ее ширина была не более 10 м. По численности в макрозообентосе преобладали *Chironomidae*, по биомассе — *Bivalvia* и *Gastropoda*.

Перед с. Колосовка на излучине в месте, где сказывалось воздействие плотины, расположенной ниже села, р. Оша достигала ширины 50 м при максимальной глубине 2 м. Дно выстлано серыми илами. По численности в макрозообентосе преобладали *Bivalvia* и *Chironomidae*, по биомассе — *Bivalvia*.

В районе д. Любимово ширина Оши была около 25 м, глубины до 2 м, грунты представлены серыми илами. По численности в макрозообентосе преобладали *Chironomidae*, по биомассе — *Bivalvia*.

В районе с. Семеновка был сделан разрез, наиболее близкий как к устью Оши, так и месту впадения Большого Аёва. Ширина Оши была до 30 м, глубина — до 2.5 м, грунт — заиленный песок. Как и на предыдущем разрезе в макрозообентосе по численности преобладали *Chironomidae*, по биомассе — *Bivalvia*.

В низовьях Большой Аёв имел вид более полноводной реки, чем Оша. Его ширина достигала 40–60 м, максимальная глубина — 3.5 м, грунты были представлены илистым песком и серым илом. Как по численности, так и по биомассе в макрозообентосе на этом разрезе преобладали *Chironomidae*.

Максимальная общая биомасса макрозообентоса (102.24 г/м^2) наблюдалась в верховьях Оши; по мере продвижения к устью реки она снижалась и была минимальной (8.19 г/м^2) у с. Семеновка. Общая биомасса макрозообентоса в верхнем и среднем течении р. Оша значительно превышала биомассу макрозообентоса в малых и средних реках лесостепной зоны и зоны южной тайги Западно-Сибирской равнины, где она обычно меньше 10 г/м^2 (Андреев и др., 2006). Следует отметить, что наиболее низкая общая биомасса макрозообентоса (2.98 г/м^2) отмечена в низовьях Большого Аёва, протекающего по зоне южной тайги.

Особенности развития макрозообентоса Оши, очевидно, обусловлены различиями в поступлении биогенных и органических веществ. Вытекая из оз. Ачикуль и протекая в верхнем и среднем течении по лесостепной зоне с высокой плотностью населения и развитым сельским хозяйством, Оша получает на этих участках больше биогенных и органических веществ, чем в нижнем течении. Косвенным подтверждением высказанному служит снижение общей биомассы макрозообентоса от верховий к низовьям и преобладание на протяжении всей реки по биомассе двустворчатых моллюсков. Как известно, *Bivalvia* являются фильтраторами и полностью зависят от поступающего аллохтонного или автохтонного органического вещества.

Развитие же нитчатых водорослей на мелководных эвтрофированных верхних участках реки обеспечили крупных моллюсков рода *Lymnaea* субстратом и питанием, что привело к их значительному развитию и доминированию, наряду с *Bivalvia*, в верховьях реки.

Анализируя наличие и распределение групп организмов, как по отдельным участкам реки, так и в целом, следует отметить, что, несмотря на наличие в бассейне Оши хорошо развитых сельскохозяйственных районов и, как следствие, ускоренного антропогенного эвтрофирования, в реке были низкие численность и биомасса олигохет и присутствовали веснянки — группа организмов, свойственная относительно чистым водам.

В результате неоднократного зарегулирования стока Оши и минимальных объемов стока наблюдалось замедленное течение и развитие нитчатых водорослей и рдестов на мелководных участках. Сохранение проточности и наличие озеровидных участков привело к созданию разнообразных условий для обитания гидробионтов с различными требованиями к среде обитания (см. таблица), и в то же время в сборах отсутствовали мелкие двустворчатые моллюски семейства *Euglesidae*, обычные представители макрозообентоса водотоков Западно-Сибирской равнины.

Список литературы

Андреев Н.И., Андреева С.И., Винарский М.В., Каримов А.В., Красногорова А.Н., Лазуткина Е.А. Моллюски в бентосе водоемов лесостепной зоны Западно-Сибирской равнины // Эколого-функциональні та фауністичні аспекти дослідження моллюсків, їх роль у біоіндикації стану навколишнього середовища. Вип. 2. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка. 2006. С. 3–6.

Характеристика состояния водных объектов Омской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.omsktfti.ru/nature/water/115-voda3.html>. Дата обновления: 11.03.2010.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БИОТИЧЕСКИХ ИНДЕКСОВ И МЕТРИК В МОНИТОРИНГЕ ГОРНЫХ РЕК НА ЮГЕ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

А. В. Андрианова

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук, 660036, Красноярск, Академгородок 50 стр.44 Россия, andrav@icm.krasn.ru

Исследовано пространственное распределение и структурные показатели донных сообществ в малых горных водотоках, расположенных на территории природного парка «Ергаки» (юг Красноярского края). Выполнен сравнительный анализ биоиндикационных индексов и метрик, часть которых используется при определении качества воды Европейской Рамочной Водной Директивой. Установлено, что наиболее высокой чувствительностью обладают индексы EPT, BMWP, IBGN, что позволяет рекомендовать их как стандартные при оценке качества вод малых горных рек данного региона. Путем ранжирования полученных биотических индексов и метрик относительно фоновых значений определены градации качества вод и введен интегральный показатель.

Ключевые слова: малые реки, природный парк «Ергаки», макрозообентос, литореофильный биоценоз, биоиндикация, качество вод, биотические индексы.

THE ANALYSIS OF THE BIOTIC INDICES AND METRICS IN MONITORING OF THE MOUNTAIN RIVERS ON THE SOUTH OF THE KRASNOYARSK REGION

A. V. Andrianova

Institute of Computational Modeling of SB RAS 660036 Krasnoyarsk, Akademgorodok, 50, andrav@icm.krasn.ru

The species composition, spatial distribution and structure coefficient of benthic communities in small mountain streams, situated on the territory of the Ergaki nature park (the south of the Krasnoyarsk Krai), were characterized. The comparative analysis of biotic indices and metrics, the part of which is used by the European Water Framework Directive to determine the water quality, was carried out. It has been defined that indices EPT, BMWP, IBGN have greater sensitivity and it makes possible to recommend them as standard in the evaluation of the water quality of small mountain streams of that region. The gradation of water quality was determined by the ranking of obtained biotic indices and metrics regarding background value, and also, the integrated index was instituted.

Keywords: small streams, the «Ergaki» nature park, macrozoobenthos, lithoreophilous biocenosis, bioindication, water quality, biotic indices.

В центральной части Западного Саяна (юг Красноярского края) расположен горный хребет Ергаки — популярный и удобный район для туризма и кемпингового отдыха, находящийся под охраной национального природного парка «Ергаки». На его территории в долинах малых рек и ручьев создаются уникальные условия для формирования и сохранения богатой эндемичной фауны и флоры. В настоящее время поверхностные воды парка уже испытывают значительную антропогенную нагрузку, связанную с развитием туризма, влиянием населенных пунктов и близостью магистралей. Кроме того, по территории парка будет проходить участок железнодорожной магистрали федерального значения «Кызыл – Курагино», что непременно повлечет за собой нарушение биологического баланса водных экосистем, которые по потенциалу устойчивости относятся к малоустойчивым природным экосистемам.

Известно, что зообентос — это наиболее широко используемая индикаторная группа в системах биоиндикации текучих вод как в отечественных, так и в зарубежных исследованиях в странах Европейского сообщества (ЕС), США, Канаде и др. (Czerniawska-Kusza, 2005; Dahl et al., 2004; Miserendino et al., 2008; Pires et al., 2000; Sandin, Hering, 2004; Shilla, Shilla, 2011). Существующее многообразие методов оценки экологического состояния водных объектов по структурно-функциональным характеристикам зообентоса ставит проблему выбора наиболее чувствительных и информативных индексов и метрик, учитывающих региональные особенности конкретных речных бассейнов (Czerniawska-Kusza, 2005; Dahl et al., 2004; Sandin, Hering, 2004).

Задача данной работы — установить видовую структуру и пространственное распределение сообществ донных беспозвоночных в малых реках на территории природного парка «Ергаки» и провести сравнительный анализ биоиндикационных показателей, индексов и метрик, предлагаемых для оценки качества воды в странах Европейского сообщества и в отечественных исследованиях.

Материалом для данного исследования послужили пробы зообентоса, собранные в р. Ус и ее притоках. Река Ус — правый приток Енисея в его верхнем течении, является основной водной артерией на территории парка «Ергаки», длина составляет 236 км, площадь бассейна — 6880 км². Берёт начало в Западном Саяне из карового Черного озера. Дно сложено скатанными камнями от валунов до гальки; скорость течения в исследованных реках колеблется в течение года от 0.72 до 2.11 м/с; температура воды редко превышает 12°C; содержание растворенного кислорода в воде в среднем составляет 7.8 мг/л. В р. Ус отмечается превышение ПДК для тяжелых металлов (Cu, Zn, Mn) и нефтепродуктов, вследствие чего вода по показателю УКИЗВ характеризуется как «грязная» и «очень загрязненная» (Андрианова и др., 2013).

Пробы зообентоса отбирали в бассейне р. Ус в июне–июле 2012 и 2013 гг. на участке протяженностью около 100 км. Сетка станций состояла из 10 пунктов непосредственно в р. Ус (от верховья к низовью) и трех правобережных притоков — рр. Красная, Араданка, Таловка (станции 11–13 соответственно). В непосредственной близости от автодорожного полотна расположены станции № 1–7 (р. Ус), 11 (р. Красная), 12 (р. Араданка). Рядом с населенными пунктами находятся станции 1–3 (турбаза и поселок Арадан), а также станция 7 (с. Усин-

ское). Наиболее удалены от различных источников антропогенного воздействия низовье р. Ус (станции 9, 10) и р. Таловка (ст. 13).

Для оценки качества воды по донным сообществам использовали комплексный подход, включающий анализ нескольких биоиндикационных показателей, в том числе традиционно используемых в отечественных гидробиологических исследованиях: количество видов в сообществе (n); индекс видового разнообразия Шеннона (H); хирономидный индекс Балушкиной (K); биотический индекс Вудивисса Trent Biotic Index (TBI) (Безматерных, 2007; Шитиков и др., 2005). Для сравнительного анализа информативности используемых методов были рассчитаны индексы, предлагаемые Европейской Рамочной Водной Директивой (Water Framework Directive — WFD): EPT Index (суммарное число видов — EPT_n или суммарная относительная численность — EPT_N поденок, веснянок и ручейников), $BMWP$ (Biological Monitoring Working Party Index) и его производное $ASPT$ (Average Score Per Taxon Index), FBI (Family Biotic Index), $IBGN$ (Indece Biologique Global Normalize). Кроме того, использовали показатели, основанные на соотношении численности (или числа видов) высоко чувствительных к загрязнению видов к численности нечувствительных видов или к общей численности макрозообентоса: $EPT/Ch.$ — отношение суммарной численности (EPT_N) или числа видов (EPT_n) поденок, веснянок и ручейников к хирономидам; доля хирономид подсемейства Tanytarsini в общей численности зообентоса (Семенченко, Разлуцкий, 2011).

Видовой состав зообентоса исследованных водотоков типичен в основе своей для горных рек — это литореофильные организмы, обитающие на каменисто-галечных грунтах, перемываемых значительным течением. Обнаружено 96 видов и таксонов более высокого ранга макробеспозвоночных (Андрианова и др., 2013), широко распространенных в Палеарктике и Голарктике, и характерных для горных и предгорных водотоков различных регионов (Богатов и др., 2010; Заика, Молодцов, 2013; Петрожицкая и др., 2010; Чебанова, 2009; Яныгина, 2014). Практически весь зообентос состоит из личинок амфибионтных насекомых: хирономид, веснянок, поденок и ручейников. Индекс видового разнообразия Шеннона (около 3 и более) указывает на то, что донные сообщества исследованных водотоков достаточно высокоорганизованы (рис. 1). Максимальные значения индекса Шеннона (выше 4) и наибольшее количество видов (32–38) отмечены в низовье р. Ус (станции 9 и 10).

В целом, наблюдалось единообразие в пространственной динамике для большинства метрик и биотических индексов (рис. 1): снижение показателей отмечено в р. Ус на ст. 4 и 8, максимальные значения — в низовье р. Ус (ст. 9, 10) и в р. Таловке (ст. 13).

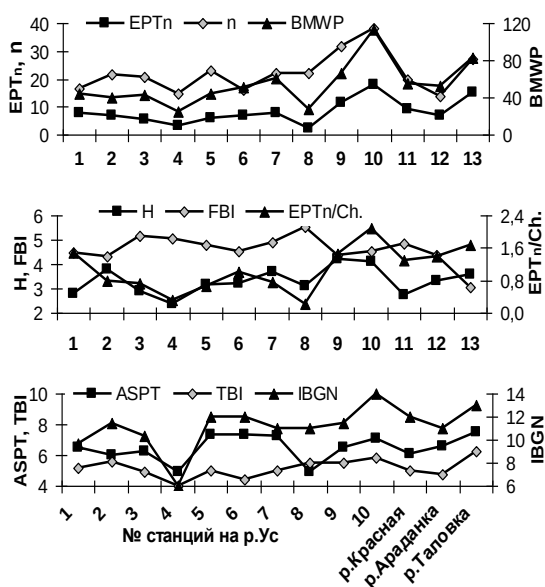


Рис. 1. Пространственная динамика биотических индексов и метрик в реке Ус и ее притоках.

Сходство показателей индексов и метрик на изменение качества воды отражает корреляционный анализ. При построении корреляционных графов использовались только достоверные связи (при $P < 0.05$) и коэффициенты корреляции (r) не ниже 0.5 (рис. 2). Максимальное число достоверных связей отмечено для индексов EPT_n , $IBGN$ и $BMWP$ (10, 9 и 8 соответственно). Наиболее высокие положительные коэффициенты корреляции получены для следующих комбинаций: EPT_n — $BMWP$ (0.93), EPT_n — $EPT_n/Ch.$ (0.91), EPT_N — $EPT_N/Ch.$ (0.90) и FBI — $EPT_N/Ch.$ (0.86). Наименьшее число корреляционных связей образовали индексы, основанные на численности хирономид — это индекс Балушкиной (K) и доля подсемейства Tanytarsini в общей численности зообентоса. Следует отметить, что доля Tanytarsini отрицательно коррелирует с индексом видового разнообразия Шеннона (рис. 3), т.е. снижение доли Tanytarsini приводит к увеличению индекса.

Общее количество видов зообентоса (n) хорошо коррелирует со многими показателями. Кроме того, EPT_n взаимосвязан с EPT_N ($r = 0.68$), т.е. численность группы EPT в исследованных сообществах зависит от количества видов EPT , что подтверждается и другими исследованиями (Shilla and Shilla, 2011). Следовательно, количество видов в сообществе является необходимым показателем при оценке качества воды, несмотря на то, что приоритет в Водной Директиве WFD отдается экспресс-методам, не требующим определения видовой принадлежности беспозвоночных. Исходя из результатов корреляционного анализа, индексы EPT , $BMWP$, $IBGN$ показывают согласованную реакцию и могут в ряде случаев взаимозаменять или дополнять друг друга.

Для оценки качества воды по абсолютным значениям каждого использованного индекса разработаны индивидуальные системы градаций и отсутствие единой общепринятой балльной градации снижает чувствительность использованных показателей в градиенте загрязнения, что приводит к искажению полученных значений категорий качества воды. Согласно требованиям WFD экологический статус реки или речного бассейна опре-

деляется по отношению к эталонным створам. Нормирование биотических индексов и метрик относительно фоновых значений на эталонных створах позволяет при определении качества воды учитывать региональные особенности состава и структуры донных сообществ.

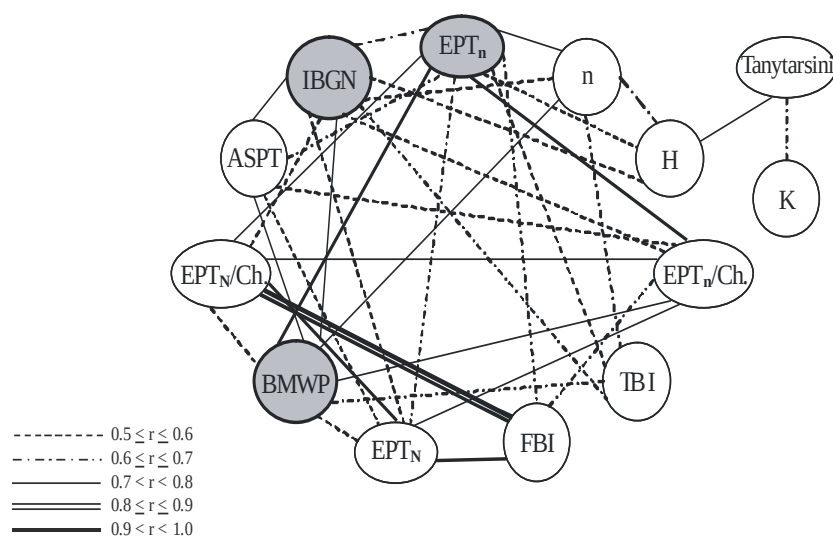


Рис. 2. Корреляционный граф взаимосвязей между различными индикационными метриками и индексами (серым цветом выделены индексы с наибольшим количеством связей).

Нормирование индикаторных показателей относительно эталонного створа позволило провести оценку качества воды в единой системе в соответствии с 5-балльной шкалой (рис. 3).

В качестве обобщающей характеристики для оценки качества воды предлагаются различные интегральные индексы (*IP*). По ряду причин целесообразно использовать *IP*, рассчитываемый не как сумма, а как среднее значение всех индикаторных индексов и метрик (Балушкина, 2012).

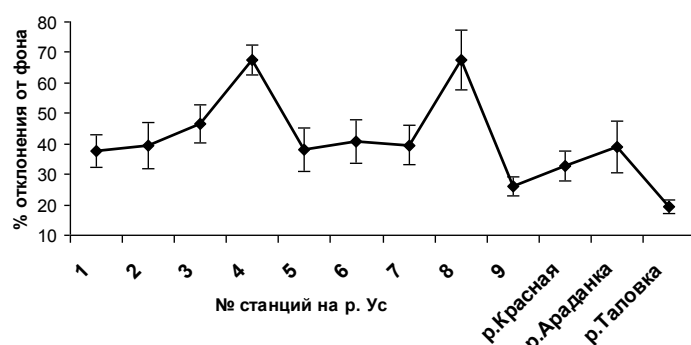


Рис. 3. Изменение интегрального показателя качества вод *IP* на различных станциях бассейна р. Ус.

ст. 13 (р. Таловка), расположенные вдали от автомагистралей и населенных пунктов. Наиболее чистые из изученных станций могут рассматриваться как эталонные при проведении гидроэкологического мониторинга в данном регионе.

Градации качества вод определяли путем ранжирования полученных биотических индексов и метрик относительно фоновых значений. При этом показатели, отклоняющиеся от фоновых не более чем на 20%, относили к «высокому» качеству («очень чистые»). Показатели, составляющие 60–80% от фоновых — к «хорошему» («чистые»); 40–60% — к «посредственному» («умеренно загрязненные»); 20–40% — к «низкому» («загрязненные»); менее 20% — к «плохому» качеству («грязные») (Голубков, 2012; Яныгина, 2014). Станция 10, расположенная в низовье исследованного участка р. Ус, удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к эталонным створам и имеет максимальные значения большинства индексов и метрик. Нормиро-

Наибольшие значения *IP* (более 60 %, вода «загрязненная») выявлены в р. Ус на станциях 4 и 8 (рис. 3). На ст. 4 р. Ус пересекает мост трассы М-54 и доступен съезд для автомобилей прямо к воде, где происходит мойка транспорта, ведется активный любительский отлов рыбы, прилегающая к реке территория замусорена бытовыми отходами. Станция 8 расположена на несколько километров ниже с. Усинское (ст. 7), через которое проходит река, собирая с площади водосбора последствия бытовой и сельскохозяйственной антропогенной деятельности. Наиболее близки к фоновым значения ст. 9 (низовье р. Ус) и

Список литературы

- Андреанова А.В., Апонасенко А.Д., Макарская Г.В., Пономарева Ю.А. Комплексная оценка состояния экосистемы малой горной реки в районе строительства железнодорожной магистрали // Вестник КрасГАУ. 2013. Вып. 8. С. 97–103.
- Балушкина Е.В. Использование интегрального индекса для оценки состояния биологического разнообразия и качества воды водоемов // Динамика биологического разнообразия и биоресурсов континентальных водоемов / под ред. А.Ф. Алимова, С.М. Голубкова. СПб.: Наука, 2012. С. 243–257.
- Безматерных Д.М. Зообентос как индикатор экологического состояния водных экосистем Западной Сибири: аналит. обзор / ГПНТБ СО РАН. Сер. Экология. Вып. 85. Новосибирск, 2007. 87 с.
- Богатов В.В., Никулина Т.В., Вишкова Т.С. Соотношение биоразнообразия фито- и зообентоса в континууме модельной горной реки Комаровки (Приморский край, Россия) // Экология. 2010. № 2. С. 134–140.
- Голубков С.М. Использование принципов «Водной директивы Европейского союза» для оценки состояния биологических сообществ // Динамика биологического разнообразия и биоресурсов континентальных водоемов / под ред. А.Ф. Алимова, С.М. Голубкова. СПб.: Наука, 2012. С. 258–265.
- Заика В.В., Молодцов В.В. Распределение реофильного бентоса в горных реках Тувы с субэзральными дельтами // Сиб. экол. журн. 2013. № 3. С. 361–366.
- Петрожицкая Л.В., Родькина В.И., Заика В.В. Распределение амфибиотических насекомых различных трофических групп в горных и степных реках Западной Тувы // Биология внутренних вод. 2010. № 2. С. 27–35.

- Семенченко В.П., Разлуцкий В.И. Экологическое качество пресных вод. 2-е изд., исправленное. Минск: Беларуская навука, 2011. 328 с.
- Чебанова В.В. Бентос лососевых рек Камчатки. М.: Изд-во ВНИРО, 2009. 172 с.
- Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы, критерии, решения. В 2 кн. М.: Наука, 2005. 281 с.
- Яныгина Л.В. Зообентос бассейна Верхней и Средней Оби: воздействие природных и антропогенных факторов: автореф. дис. ...док. биол. наук. Владивосток, 2014. 40 с.
- Czerniawska-Kusza I. Comparing modified biological monitoring working party score system and several biological indices based on macroinvertebrates for water-quality assessment // *Limnologia*. 2005. Vol. 35. P. 169–176.
- Dahl J., Johnson R.K., Sandin L. Detection of organic pollution of streams in southern Sweden using benthic macroinvertebrates // *Hydrobiologia*. 2004. Vol. 516. P. 161–172.
- Miserendino M.L., Brand C., Di Prinzio C.Y. Assessing Urban Impacts on Water Quality, Benthic Communities and Fish in Streams of the Andes Mountains, Patagonia (Argentina) // *Water Air Soil Pollut.* 2008. Vol. 194. P. 91–110.
- Pires A.M., Cowx I.G., Coelho M.M. Benthic macroinvertebrate communities of intermittent streams in the middle reaches of the Guadiana Basin (Portugal) // *Hydrobiologia*. 2000. Vol. 435. P. 167–175.
- Sandin L., Hering D. Comparing macroinvertebrate indices to detect organic pollution across Europe: a contribution to the EC Water Framework Directive intercalibration // *Hydrobiologia*. 2004. Vol. 516. P. 55–68.
- Shilla D.J., Shilla D.A. The effects of catchment land use on water quality and macroinvertebrate assemblages in Otara Creek, New Zealand // *Chemistry and Ecology*. 2011. Vol. 27 (5). P. 445–460.

УДК 597.5.591.5.(1-925.17)

ИХТИОФАУНА ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ В МЕСТАХ ДОБЫЧИ ЗОЛОТА В ДОЛИНЕ Р. НИМАН (БАСЕЙН Р. БУРЕЯ, СРЕДНИЙ АМУР)

А. Л. Антонов

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, 680000 Хабаровск, ул. Ким Ю Чена, 65, antonov@ivep.as.khb.ru

Представлены результаты исследований искусственных водоемов в долине верхнего течения р. Ниман, образовавшихся при добыче золота. Всего обнаружено четыре вида рыб: голянь Чекановского *Phoxinus (Rhynchocypris) czecanowskii*, маньчжурский озерный голянь *Phoxinus (Eupallasea) percnurus mantchuricus*, голец сибирский *Barbatula toni*, ленок тупорылый *Brachymystax tumensis*. В составе ихтиоценоза искусственных водоемов многочисленны оба вида голянь, ленок и голец редки.

Ключевые слова: ихтиофауна, искусственные водоемы, бассейн р. Ниман.

ICHTHYOFAUNA OF ARTIFICIAL PONDS IN GOLD MINING AREAS IN NIMAN RIVER VALLEY (BASIN OF BUREA RIVER, MIDDLE AMUR)

A. L. Antonov

Institute of Water and Ecological Problems FEB RAS, 680000 Khabarovsk, Kim Yu Chen St., 65, antonov@ivep.as.khb.ru

The results of studies of artificial ponds in mountain river Niman valleys in the basin of the Middle Amur are presented. In reservoirs 4 species of fish are found: Czekanowski's minnow *Phoxinus (Rhynchocypris) czecanowskii*, manchurian swamp minnow *Phoxinus (Eupallasea) percnurus mantchuricus*, siberian stone loach *Barbatula toni*, blunt-snouted lenok *Brachymystax tumensis*. As part of ichthyocenosis numerous to minnows, lenok and stone loach are rare.

В последние десятилетия в горной части бассейна Амура существенно возросла угроза обеднения разнообразия рыб под воздействием антропогенных факторов. Главными факторами, влияющими на рыб в долинах горных рек региона, являются создание ГЭС, разработка месторождений полезных ископаемых и строительство и функционирование линейных сооружений (автомобильных и железных дорог, трубопроводов). Между тем, ихтиофауна бассейнов горных рек, по сравнению с таковой равнинных, является узкоспециализированной и менее устойчива к изменениям среды (Никольский, 1953). Согласно опубликованным данным, в бассейне Амура в результате добычи золота только в период с 2001 г. по 2011 г. были нарушены русла 1123 водотоков; общая площадь нарушенных участков составила 3.4% площади водотоков. При этом в бассейнах некоторых крупных притоков Амура этот показатель превышает 10%, а для р. Селемджа (крупнейший приток р. Зея) более 21% (Золотые реки ..., 2012). Вместе с тем, антропогенные водоемы часто заселяются рыбами и в них формируются достаточно устойчивые ихтиоценозы. При этом порой здесь появляются виды, не свойственные для данной части водосбора. В бассейне Амура ихтиофауна искусственных водоемов долин горных рек исследована недостаточно, лишь бассейн Верхнего Амура в этом отношении изучен сравнительно неплохо (Кутейников, 1989; Замана и др., 2001; Михеев, 2008; Горлачева, Афонин, 2012).

В августе 2012 г. были обследованы три искусственных водоема в долине верхнего течения р. Ниман ниже впадения в реку ручья Павловского (52°08' с.ш., 134°13' в.д.), образовавшиеся в результате добычи россыпного золота более 10 лет назад. Рыб отлавливали ставной сетью (ячея 10 мм), мордущей (6 мм), мальковым неводом (6 мм), сачком (8 мм), удочкой. Всего было отловлено 62 экземпляра рыб четырех видов. Для определения видовой принадлежности голянь использовали определители (Берг, 1948; Черешнев, Шестаков, Скопец, 2001; Шедько (2001); Шедько, Шедько (2003)). Названия видов приведены по: Богуцкая, Насека, 2004.

Река Ниман является самым большим притоком р. Бурея, имеет длину 353 км, площадь водосбора 16500 км², среднегодовой сток составляет 248 м³/с (Ресурсы поверхностных вод ..., 1966). В верхнем течении, где расположен район работ (примерно в 12–15 км от истока) река протекает в горной местности, русло на участке работ расположено на высотах 1010–1020 м н.у.м. Река здесь имеет типичный

горный характер, ширина ее 10–20 м, глубина до 1.2 м; русло и берега каменистые, сложены валунами и галькой. Скорость течения 1.2–3.0 м/с. В паводки скорость течения возрастает. Температура воды в полдень в период исследований составляла 6.1–12.4°C. Пойма хорошо выражена, шириной 100–300 м. Бассейн р. Ниман находится в одном из самых суровых районов Приамурья. По данным метеостанции «Софийск», расположенной в 25 км к северу от района работ, абсолютный минимум температуры воздуха составляет -57.0°C, а среднегодовая температура воздуха -7.5°C. Весь бассейн расположен в зоне распространения многолетне-мерзлых пород (Мордовин и др., 2006).

Бассейн верхнего течения р. Ниман является одним из старейших районов добычи россыпного золота на Дальнем Востоке России. Добыча ведется здесь с 1874 г. Большие площади в долине реки преобразованы в результате этой деятельности. До начала разработки месторождения в пойме реки на данном участке и вниз от него на протяжении более 30 км озера отсутствовали. В настоящее время долина реки на этом участке преобразована и здесь имеется цепь небольших водоемов (размеры до 0.4 га), расположенных вдоль реки и имеющих связь с ней через вытекающие из них ручьи. Ниже преобразованного участка в долине есть многочисленные небольшие природные озера. Еще ниже река на протяжении более 200 км имеет порожистое русло и течет в узкой горной долине; озера на этом участке отсутствуют. Обследованные водоемы имеют размеры до 0.25 га, глубина их до 2 м (возможно более); берега обычно высокие и крутые, галечные, поросшие лиственницей, ивой, тополем; имеется водная и околородная растительность. Вода прозрачная, имеет коричневый оттенок. Температура ее у поверхности в полдень составляла 13.2–17.8°C.

Всего в водоемах обнаружено четыре вида рыб (см. таблицу): голяны Чекановского *Phoxinus (Rhynchocypris) czecanowskii* Dybowski, 1869 и маньчжурский озерный *Phoxinus (Eupallasela) percnurus mantchuricus* Berg, 1907, ленок тупорылый *Brachymystax tumensis* Mori, 1930 и голец сибирский *Barbatula toni* (Dybowski, 1869).

Таблица. Видовой состав рыб в водных объектах бассейна верхнего течения р. Ниман, их распространение и относительная численность

Виды	Р. Ниман	Искусственные водоемы	Природные озера
<i>Phoxinus (Rhynchocypris) czecanowskii</i> Dybowski, 1869 — голян Чекановского	+	++	++
<i>Ph. (Eupallasela) percnurus mantchuricus</i> Berg, 1907 — маньчжурский озерный голян	-	+++	+++
<i>Barbatula toni</i> (Dybowski, 1869) — сибирский голец	++	+	-
<i>Thymallus grubii</i> Dybowski, 1869 — амурский хариус	+	-	-
<i>Th. burejensis</i> Antonov, 2004 — бурейский хариус	++	-	-
<i>Th. sp.</i> — ленский хариус	+	-	-
<i>Brachymystax tumensis</i> Mori, 1930 — тупорылый ленок	+	P	-
<i>Lota lota</i> (Linnaeus, 1758) — налим	+	-	-
<i>Cottus szanaga</i> Dybowski, 1869 — амурский подкаменщик	++	-	-

+++ — многочисленный вид; ++ — обычный; + — малочисленный; P — редкий; - — не обитает.

Это составляет 44.4% от общего числа видов, обитающих в пределах рассматриваемого участка бассейна реки. В составе ихтиоценоза прудов преобладает маньчжурский озерный голян, обычен голян Чекановского; голец малочислен (отловлено 2 экз. в одном пруду), ленок редок, представлен молодью (отловлен один экз.). Оба вида голянов, несомненно, размножаются в прудах, отмечена их молодежь. По-видимому, голяны могут и зимовать здесь. Обитание ленка и гольца, скорее всего, имеет сезонный характер, на зиму они уходят в реку. В р. Ниман на данном участке обитают все эти виды, за исключением озерного маньчжурского голяна. Несомненно, он не обитал здесь и до начала разработки месторождения. Однако этот вид многочислен в озерах, расположенных в пойме реки примерно в 30–40 км ниже. Скорее всего, озерный голян проник в обследованные водоемы из озер через систему прудов-отстойников, которая тянется вниз по долине до природных озер. Не исключается и первоначальный занос икры из озер в нижерасположенные искусственные водоемы водоплавающими птицами; известно, что они могут переносить икру из водоема в водоем на лапах и пере (Никольский, 1974). Голян Чекановского, в отличие от озерного маньчжурского голяна, встречается в русле реки в самый теплый период года и проник в пруды, скорее всего, из реки. Подтверждением этому может служить наблюдение за этим видом в притоке р. Ниман — ручье Павловский, где в условиях низкой воды голяны перемещаются вверх и пытаются преодолеть небольшой водопад.

Таким образом, ихтиофауна искусственных водоемов в бассейне верхнего течения р. Ниман насчитывает четыре вида рыб и состоит из видов-обитателей пойменных озер и видов-обитателей русла реки. В составе ихтиоценоза этих водоемов по численности преобладает маньчжурский озерный голян. Этот вид до начала разработки месторождения на данном участке водосбора не обитал.

Список литературы

- Берг Л.С. 1949. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.-Л.: АН СССР, Ч. 2. С. 469–929.
 Богуцкая Н.Г., Насека А.М. 2004. Каталог бесчелюстных и рыб пресных вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями. М.: Товарищество научных изданий КМК. 389 с.
 Горлачева Афонин А.В. Оценка экологического состояния реки Кары по ихтиофауне // Региональный отклик окружающей среды на глобальные изменения в Северо-Восточной и Центральной Азии. Матер. междунар. научн. Конф. Иркутск, 17–21 сентября 2012. Иркутск: Ин-т географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2012. Т. 2. С. 103–105.

- Замана Л.В. и др. Влияние золотодобычи на состояние ихтиофауны р. Унда и ее притоков в районе г. Балей // Природные ресурсы Забайкалья и проблемы природопользования. Матер. Научн. Конфер. 10–15 сентября 2001 г. Чита. Чита: ЧИПР СО РАН, 2001. С. 222–224.
- Золотые реки. Вып. 1. Амурский бассейн. Под ред Е.А. Симонова. Владивосток: Всемирный фонд дикой природы (WWF), Изд-во «Апельсин» 2012 120 с.
- Кутейников С.Е. Техногенный морфогенез и рыбные ресурсы Верхнего Приамурья // Биопродуктивность, охрана и рациональное использование сырьевых ресурсов рыбохозяйственных водоемов Восточной Сибири. Тез. докл. регионал. научн. конф. 29–30 марта 1989 г. г. Улан-Удэ. Улан-Удэ: БНЦ СО АН СССР, 1989. С. 41–42.
- Михеев И.Е. Антропогенная трансформация местообитаний рыб на территории Забайкалья // Регионы нового освоения: экологические проблемы, пути решения: Мат. межрегион. науч.-практ. конф. (Хабаровск, 10–12 окт. 2008 г.). Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2008. Т. 1. С. 158–162.
- Никольский Г.В. 1953. Основные закономерности формирования и развития речной ихтиофауны // Очерки по общим вопросам ихтиологии. Г.У. Линдберг (ред.). М.-Л.: АН СССР. С. 77–90.
- Никольский Г.В. Экология рыб. Изд. 3-е. М.: Высш. Шк. 1974. 357 с.
- Мордовин А.М., Шестеркин В.П., Антонов А.Л. Река Буря: гидрология, гидрохимия, ихтиофауна. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2006. 149 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.18. Дальний Восток. Вып. 1. Верхний и Средний Амур. Л.: Гидрометеиздат, 1966. 781 с.
- Черешнев И.А., Шестаков А.В., Скопец М.Б. 2001. Определитель пресноводных рыб Северо-Востока России. Владивосток: Дальнаука. 129 с.
- Шедько С.В. 2001. Список круглоротых и рыб пресных вод побережья Приморья // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Владивосток: Дальнаука. Вып. 1. С. 229–249.
- Шедько С.В., Шедько М.Б. 2003. Новые данные по пресноводной ихтиофауне юга Дальнего Востока России // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Владивосток: Дальнаука. Вып. 2. С. 319–336.

УДК 597-14+597.504.74.06

МОРФОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОДНОЦВЕТНОГО ГУБАЧА *TRIPLOPHYSA LABIATA* ИЗ МАЛЫХ РЕК БАЛКАШСКОГО БАССЕЙНА

М. О. Аубакирова, И. Н. Магда, О. Е. Лопатин

РГП «Институт зоологии» КН МОН РК, пр. аль-Фараби 93, Алматы, 050060, Казахстан, e-mail: Judo_moldir@mail.ru

Исследованы морфобиологические показатели и современное состояние одноцветного губача *Triplophysa labiata* из рек Балкашского бассейна. Упитанность рыб находится на хорошем уровне, что позволяет предположить достаточность кормовой базы. Условия среды обитания обеспечивают одноцветному губачу существование в обследованных малых реках в комплексе с другими аборигенными видами рыб, однако устойчивость существования его популяций вызывает тревогу.

Ключевые слова: аборигенный вид, чужеродный вид, редкий вид, ихтиофауна.

MORPHOBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PLAIN STONE LOACH *TRIPLOPHYSA LABIATA* FROM THE SMALL RIVERS OF THE BALKHASH WATERSHED

M. O. Aubakirova, I. N. Magda, O. E. Lopatin

RSE Institute of Zoology CS MES RK, 93 al-Farabi Str., Almaty, 050060, Kazakhstan, e-mail: judo_moldir@mail.ru

Morphological, biological variability and modern condition of plain stone loach *Triplophysa labiata* from the small rivers of the Balkhash watershed were investigated. The obtained morphological and biological results are differed with the data of 2008 year. The fatness of plain stone loach is at the good level that allows assuming sufficiency of food supply. Living conditions of plain stone loach can be considered as ecologically rather sufficient, but sustainable existence of those populations is problematical.

Keywords: native species, rare species, alien species, morphobiological characteristics ichthyofauna.

Проблема сохранения естественного разнообразия рыб в Республике Казахстан особенно остро стоит в Балкашском бассейне. Одной из причин является акклиматизация здесь в XX веке чужеродных видов, которая привела к вытеснению из оз. Балкаш аборигенной ихтиофауны. Так уже к концу прошлого столетия обнаружилась устойчивая тенденция к сокращению области распространения большинства аборигенных видов (Митрофанов, Дукравец 1992; Митрофанов, 1989). Одним из характерных аборигенных видов рыб Балкашского бассейна является одноцветный губач *Triplophysa labiata* (Kessler, 1874). Ранее одноцветный губач населял р. Иле с притоками и другие реки, впадающие в оз. Балкаш и озера Алакольской системы (Балабиева, 2008), но после акклиматизации судака и жереха исчез из всех крупных рек, сохраняясь в небольших речках, куда эти хищники еще не проникли. В настоящее время основными местам обитания одноцветного губача являются малые реки Балкашского бассейна, которые в большинстве своем включены в хозяйственный оборот.

Однако с экологической точки зрения хозяйственная деятельность человека в бассейнах малых рек часто носит безответственный и потребительский характер. Следствием чего может быть значительная трансформация и загрязнение мест обитания рыб, с последующим изменением численности популяций многих из них, а закономерным итогом станет их полное исчезновение.

Известно, что морфофункциональные показатели рыб чувствительны к различным факторам воздействия и могут существенно меняться, отражая уровень экологической нагрузки в среде обитания. Это интересная особенность у рыб проявляется сильнее, чем у большинства других видов позвоночных животных, что весьма актуально в системе ранней диагностики загрязнения природных вод (Grabarkiewicz, Davis, 2008). Углубленное изучение особенностей изменчивости рыб в разнотипных водоемах позволяет полнее изучать закономерности функционирования и оценивать состояние естественных экосистем (Motta et al., 1995). Для данного исследова-

ния ставились задачи определить особенности проявления морфобиологических показателей одноцветного губача и охарактеризовать состояние среды его обитания в современных условиях хозяйственного освоения отдельных малых рек Балкашского бассейна.

Материал и методы. Сбор материала проводили 2012–2013 г.г. Для отлова рыб использовали рыболовный сачок. Были обследованы 2 реки: Буен и Мукур. Морфобиологический анализ рыб проводили по общепринятой методике (Правдин, 1965), морфопатологический — по методике (Решетников и др., 1999). Асимметрию билатеральных признаков оценивали согласно рекомендациям (Захаров, 2000). Статистическую обработку проводили по руководству (Лакин, 1990) с помощью программы "Excel".

Для обозначения признаков приняты следующие символы: L — полная длина; l — длина тела без хвостового плавника; Q — масса тела; q — масса тела без внутренностей; Fulton — упитанность по Фультону; Clark — упитанность по Кларку; aD — антедорсальное расстояние; pD — постдорсальное расстояние; aA, aV, aP — расстояние до основания анального, брюшных и грудных плавников соответственно; P-V — расстояние между основаниями грудного и брюшного плавников; V-A — размер промежутка между брюшными и анальным плавником; lca — длина хвостового стебля; lc — длина головы; ao — длина рыла; o — диаметр глаза; hc — высота головы у затылка; io — ширина лба; H — наибольшая высота тела; h — наименьшая высота тела; HTT — наибольшая ширина тела; hTT — наименьшая ширина тела; ID, lA — длина основания спинного и анального плавника; hD, hA — высота спинного и анального плавника; lP, lV — длина грудных и брюшных плавников; lCs — длина верхней лопасти хвостового плавника; lCm — длина средней лопасти хвостового плавника; lCi — длина нижней лопасти хвостового плавника. Номенклатурные названия большинства видов рыб приводятся в соответствии со специализированной ихтиологической информационно-поисковой базой Fish Base, разработанной Froese R. and Pauly D (2006).

Результаты и их обсуждение. Обследованные нами реки относятся к горному типу с весенне-летним половодьем. Река Буен находится на севере Алматинской области республики Казахстан, течет на северо-запад в сторону Балкаш-Алакольской котловины и, теряясь в песках, самого озера не достигает. Вода прозрачная, светло-зеленая, дно каменистое, течение быстрое. Ихтиофауна реки состоит исключительно из аборигенных видов рыб: одноцветный губач *Triplophysa labiata* (Kessler, 1874), голый осман *Gymnoditychus dybowskii* (Kessler, 1874), пятнистый губач *Triplophysa strauchii* (Kessler, 1874).

Река Мукур находится в Алматинской области, впадает в реку Коксу, которая в свою очередь впадает в р. Каратал. Наряду с р. Иле, Каратал является одной из самых крупных в Балкашском бассейне. Исследования проводили примерно в 10 км от г. Талдыкорган. Обследованный участок реки находится на выходе из горного массива и представлен распадающимися на отдельные рукава руслом. Ихтиофауна представлена аборигенными видами: голый осман *Gymnoditychus dybowskii* Kessler, 1874, одноцветный губач *Triplophysa labiata* (Kessler, 1874), пятнистый губач *Triplophysa strauchii* (Kessler, 1874), голяк балхашский — *Rhynchocypris poljakowii* (Kessler, 1879) и тибетский голец *Triplophysa stoliczkae* (Steindachner, 1866). Таким образом, в реках Мукур и Буен одноцветный губач сохранился в составе естественных сообществ рыб, где занимает обычные для себя биотопы — у дна водоемов, на участках рек со значительным течением и песчаным или галечниково-песчаным грунтом.

Результаты изучения биологических и морфологических показателей представлены в таблицах 1 и 2 в сравнении с ранее опубликованными данными для р. Курты (Балабиева, 2008).

Максимальный возраст одноцветного губача в р. Мукур составлял 3 года, а в р. Буен — 2 года. По сравнению с опубликованными данными года об одноцветном губаче из сходной малой реки Курты (Балабиева, 2008), рыбы р. Буен крупнее, а в выборках из рек Мукур и Курты не сильно различаются по длине. Средние показатели упитанности по Фультону рыб в р. Мукур выше, а в р. Буен ниже, чем указывалось ранее для р. Курты. Самцов в наших выборках было больше.

Таблица 1. Биологические показатели одноцветного губача

Признаки	р. Мукур, n=11		р. Буен, n=15		р. Курты (Балабиева, 2008)	
	Min-max	M±m	Min-max	M±m	Min-max	M±m
L, см	51.0-99.0	72.6±166.0	60-117	83.7±0.97	61-104.2	87.10±11.05
l, см	43.0-84.0	62.0±1.40	51.0-97.0	70.0±0.85	54.4-89	75.03±9.87
Q, г	1.01-8.69	3.13±2.12	1.47-8.22	4.0±1.17	1.81-7.78	5.08±1.75
q, г	0.76-5.16	2.56±1.50	1.24-6.73	3.10±0.90	1.39-6.06	3.82±1.47
Fulton	1.02-1.47	1.24±0.10	0.90-1.58	0.89±0.09	0.99-1.32	1.14±0.05

варьирования и средние показатели длины брюшного плавника и наибольшей высоты тела выборки одноцветных губачей из рек Курты и Буен сходны, выборки из р. Мукур имеют сравнительно длинный брюшной плавник и высокое тело. Высота непарных плавников больше. Хвостовой плавник короче с чуть заметной выемкой (Балабиева, 2008).

По меристическим признакам выявлены следующие изменения: количество ветвистых и неветвистых лучей спинного плавника больше, количество ветвистых лучей анального, брюшного и грудного плавников меньше, но количество неветвистых лучей больше, чем по известным для этого вида литературным данным (Балабиева, 2008).

Изучение патологии внутренних органов показало, что у всех исследованных рыб из рек Буен и Мукур имеется набухание кровеносных сосудов в печени и зернистость почек. Загрязняющие вещества в организм рыб

По сравнению с данными 2008 г. были установлены следующие морфологические различия: размер головы выборки из рек Мукур и Буен больше, диаметр глаза меньше, рыло не острое, хвостовой стебель тоньше и короче. Пределы

в основном поступают через дыхательную, пищеварительную и выделительную систему. Поскольку в жабрах патологии не наблюдалось, можно предположить, что загрязняющие вещества поступают с пищей. Для выявления источника загрязнения требуются дальнейшее исследования.

Таблица 2. Морфологические признаки одноцветного губача

Признаки	р. Муыр, 2014 г.		р. Буен, 2014 г.		р. Курты (Балабиева, 2008)	
	Min-max	M±m	Min-max	M±m	Min-max	M±m
aD	52.4-57.9	55.2±1.32	48.3-60.0	56.0±1.86	52.1-55.9	54.06±0.80
pD	33.3-39.5	37.3±1.30	27.0-42.0	36.0±3.40	34.04-38.9	37.61±0.86
PV	27.4-32.1	29.5±1.56	20.3-36.2	30.9±2.83	19.11-32.98	30.24±2.01
VA	15.5-22.6	19.6±1.29	18.1-33.9	21.2±1.97	16.53-20.97	18.77±0.84
lca	16.7-21.8	19.5±1.16	14.1-20.5	18.5±1.07	17.6-25	20.3±0.97
lc	17.1-26.0	23.4±1.94	21.8-26.6	24.7±0.68	21.2-25	22.8±0.84
ao	5.3-8.0	6.3±0.83	5.2-8.2	6.5±0.85	8.8-10.4	9.56±0.46
o	2.4-4.7	3.8±0.33	2.6-4.2	3.5±0.45	1.83-3.10	2.37±0.24
hC	10.7-14.0	12.5±1.02	10.3-12.7	11.7±0.67	9.8-11.9	10.80±0.46
io	6.0-9.3	7.2±0.78	3.4-8.9	6.9±0.96	5.8-8.6	6.39±0.47
H	14.7-19.6	17.3±1.29	11.3-15.3	13.6±0.96	13.6-15.2	14.68±0.36
h	6.0-8.0	7.1±0.49	6.2-7.9	7.0±0.39	7.5-11.5	10.14±0.62
HTT	11.5-16.7	13.6±1.13	11.3-14.1	12.5±0.54	12.5-14.1	13.35±0.49
hTT	1.9-3.9	2.9±0.66	2.0-3.6	2.8±0.35	7.6-10.1	8.78±0.59
lp	14.0-17.9	16.1±1.15	14.9-19.0	16.7±0.98	13.2-16.1	14.39±0.62
lv	11.9-16.7	14.4±1.11	11.7-17.2	15.0±1.24	11.7-14.7	13.33±0.54
lA	6.0-9.8	7.6±0.83	5.9-8.9	7.2±0.55	6.3-8.4	7.07±0.47
hA	11.9-20.0	15.6±1.57	12.5-15.9	14.6±0.82	7.7-14.7	13.15±1.07
lD	9.3-12.0	10.5±0.67	7.9-12.5	10.1±0.92	9.1-11.3	10.21±0.41
hD	18.7-23.2	20.7±0.95	17.6-21.9	19.4±0.89	13.1-19.3	17.7±1.006
lcm	12.0-17.9	15.4±1.24	13.4-17.2	15.1±1.04	13.03-16.3	14.69±1.01
lcs	15.5-20.9	18.9±1.28	17.5-20.3	18.8±0.70	10.7-23.8	21.43±1.92
lci	15.5-20.9	18.6±1.26	17.5-20.3	18.6±0.77	20-23.25	21.80±0.93

Показатель флуктуирующей асимметрии высокий — 0.3, что указывает на нарушение гомеостаза индивидуального развития.

Заключение. Результаты проведенного исследования подтвердили сведения о том, что одноцветный губач сохранился в малых реках Балкашского бассейна, куда хищные виды еще не проникли. Горные участки рек являются убежищем для одноцветного губача. Сравнение пластических и меристических признаков исследованных выборок выявило ряд отличий от ранее опубликованных данных. Возможно, это связано с разным гидробиологическим режимом. Упитанность рыб находится на хорошем уровне, что позволяет предположить достаточность кормовой базы. Условия среды обитания обеспечивают одноцветному губачу существование в обследованных малых реках в комплексе с другими аборигенными видами рыб, однако обнаруженные патологии внутренних органов и нарушения гомеостаза индивидуального развития вызывают тревогу за устойчивость его популяций.

Список литературы

- Балабиева Г.К. Морфобиологическая характеристика одноцветного губача *Triplophysa labiata* из реки Курты // Биологические науки Казахстана. Павлодар, 2008. № 2. С. 19–23.
- Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И., Валецкий А.В., Кряжева Н.Г., Чистякова Е.К., Чубинишвили А.Т. Здоровье среды: методика оценки. М.: Центр экологической политики России, 2000. 68 с.
- Лакин Г.Ф. Биометрия Москва.: Высш. школа, 1990. 352 с.
- Митрофанов В.П., Дукравец Г.М. Некоторые теоретические и практические аспекты акклиматизации рыб в Казахстане // Рыбы Казахстана. Алма-Ата: Гылым, 1992. Т. 5. С. 329–371.
- Митрофанов В.П. *Noemacheilus labiatus* (Kessler) — одноцветный губач // Рыбы Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1989. Т. 4. С. 49–56.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. - 376 с.
- Решетников Ю.С., Попова О.А., Каиулин Н.А., Лукин А.А., Амундсен П.А., Сталдвен Ф. Оценка благополучия рыбной части водного сообщества по результатам морфологического анализа рыб // Успехи современной биологии. 1999. Т. 119. № 2. С. 165–177.
- Grabarkiewicz J.D., Davis W.S. An introduction to freshwater fishes as biological indicators. Washington: United States Environmental Protection Agency, 2008. 96 p.
- Motta Ph.J., Norton S.F., Luczkovich J.J. Perspectives on the ecomorphology of bony fishes // Environmental biology of fishes. 1995. Vol. 44. P. 11–20.
- Froese R., Pauly D. (Editors) Fish Base – World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (06/2006).

ЗООПЛАНКТОН НЕКОТОРЫХ ГОРНЫХ ПРИТОКОВ ВЕРХНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ОНОН (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ)

Е. Ю. Афонина

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, ул. Недорезова, 16а, Чита, Россия, e-mail: kataf@mail.ru

Видовое разнообразие коловраток и ракообразных обследованных притоков верхнего течения р. Онон слагалось из 51 таксона, рангом ниже рода, объединенных в 28 семейств и 7 отрядов. В составе планктонной фауны преобладают широко распространенные литоральные и эврибионтные виды. Такие особенности как, наличие горно-таежной ландшафтной структуры, полугорный и горный характер течения, а также отрицательное влияние антропогенного фактора (разработка россыпного месторождения золота) обусловили низкий качественный и количественный состав гидробионтов.

Ключевые слова: зоопланктон, видовой состав, численность, биомасса, горные притоки, верхнее течение реки Онон.

ZOOPLANKTON IN SOME TRIBUTARIES OF THE UPPER ONON RIVER (ZABAIKALSKY KRAI)

E. Yu. Afonina

Institute of Natural resources, ecology and kryology SB RAS, Nedorezova st., 16a, Chita, Russia, e-mail: kataf@mail.ru

Diversity of zooplankton is composed of 5 species from 28 families and 7 orders in some tributaries of the upper Onon river. Eurytopic and littoral species are dominated in the zooplankton species composition. Factors such as mountain landscape structure, mountain river current, negative impact of anthropogenic factors (gold mining) are caused low quality and quantity of hydrobionts.

Keywords: zooplankton, species composition, number, biomass, tributaries, upper Onon river.

Бассейн р. Онон расположен в юго-восточных степных, лесостепных и таежных районах Забайкальского края. Река Онон — правый приток р. Шилка, входит в верхнюю часть бассейна р. Амур и занимает центральную часть юга края и относится к Онон-Аргунскому сухостепному гидрологическому району. Водоток берет свое начало с горы Хэнтэй на территории Монголии. Длина его составляет 1032 км, площадь водосбора — 96200 км², в пределах Российской Федерации — 540 км и 64600 км². Верхняя часть р. Онон протекает по Хэнтэй-Чикойскому нагорью, где преобладает горно-таежная местность с наиболее высокими частями горных хребтов (2000–2400 м и выше). Характер течения как самой реки Онон, так и ее притоков — полугорный, со скоростью более 1.0 м/с (Бассейн реки Амур ..., 2011).

Изучению фауны беспозвоночных планктона р. Онон и ее бассейна посвящен ряд работ (Боруцкий, 1952; Добрынина, 1997, 1998; Добрынина, Помазкова, 1998; Итигилова, Михалева, 2001; Афонина, Итигилова, 2005, 2006, 2010а, б; Итигилова, Афонина, 2009; Зыкова, 2011; Афонина, 2012а, б). Однако эти обследования касались преимущественно среднего и нижнего течения р. Онон. В настоящей работе представлены материалы первых гидробиологических исследований планктонной фауны некоторых горных притоков верхнего течения р. Онон.

Изучение фауны беспозвоночных проводилось в 2004 (июль), 2005 (июль), 2011 (июнь, октябрь) и 2012 гг. (июнь) на реках Кыра, Тырын, Акша, Бырца, Данду-Хангарку, Букукун, Киркун, Бальджиканка, Бальджа, Кумыл, Агуца. Сбор и обработка проб осуществлялись стандартными гидробиологическими методами (Методические рекомендации ..., 1982; Киселев, 1969).

Показателем разнообразия планктонной фауны обследованных притоков верхнего течения р. Онон является наличие 51 таксономической единицы, относящиеся к 18 семействам, 7 отрядам и 4 классам (табл. 1).

Среди коловраток и ветвистоусых обнаружено по 20 видов и подвидов, среди веслоногих ракообразных — 11. Наибольшей видовой насыщенностью обладают семейства Chydoridae — 11 видов из 8 родов, и Cyclopidae — 10 видов из 7 родов. В семействе Daphniidae содержится 5 видов и по 4 — в Euchlanidae, Brachionidae, Notommatidae.

Таблица 1. Таксономический состав и эколого-географическая характеристика зоопланктона некоторых притоков р. Онон

Таксон	Область распространения	Приуроченность	Кыра	Букукун	Бальджиканка	Бырца	Данду-Хангарку	Тырын	Киркун	Кумыл	Акша	Агуца	Бальджа
Rotifera													
<i>Collotheca</i> sp.	-	-	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0
<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)	К	Eut	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0
<i>Proales</i> sp.	-	-	0	0	0	+	0	+	0	0	0	0	0
<i>Trichotria tetractis</i> (Ehrenberg, 1830)	К	Ph	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0
<i>T. pocillum</i> (Müller, 1776)	Г	Eut	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>T. similis</i> (Stenroos, 1898)	Г	L	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0
<i>Mytilina ventralis</i> (Ehrenberg, 1832)	Г	Ph	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	К	Eut	+	0	0	+	+	0	0	0	+	+	0
<i>E. deflexa</i> Gosse, 1851	К	L	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0
<i>E. meneta</i> Myers, 1930	К	L	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0
<i>E. lyra</i> (Hudson, 1886)	П	L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0

Таксон	Область распространения	Приуроченность	Кыра	Букукун	Бальжиканка	Бырца	Данду-Хангарук	Тырын	Киркун	Кумыл	Акса	Агуца	Бальджа
<i>Brachionus quadridentatus brevispinus</i> Ehrenberg, 1832	К	L	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0
<i>Platyas quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)	К	L, Ph	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0
<i>Keratella quadrata</i> (Müller, 1786)	К	Eut	+	+	+	+	+	0	+	0	0	0	0
<i>Notholca acuminata</i> (Ehrenberg, 1832)	К	Pl	0	+	0	0	+	0	0	+	0	0	0
<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1832)	К	Eut	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0
<i>Trichocerca capucina</i> (Wierzejski et Zacharias, 1893)	Г	Eut	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0
<i>T. longiseta</i> (Schränk, 1802)	Г	Eut	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0
<i>T. elongata</i> (Gosse, 1886)	Г	L	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0
<i>Synchaeta</i> sp.	-	-	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0
Cladocera													
<i>Diaphanasoma</i> sp.	-	-	0	0	+	0	0	0	0	0	0	+	0
<i>Simoccephalus vetulus</i> (Müller), 1776	К	L, Ph	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0
<i>Daphnia galeata</i> Sars, 1864	Г	Pl	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>D. longispina</i> Müller, 1785	Г	Pl	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0
<i>D.</i> sp.	-	-	0	+	0	0	0	+	0	0	0	0	0
<i>Ceriodaphnia</i> sp.	-	-	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0
<i>Ilyocriptus sordidus</i> (Lievin, 1848)	П	L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0
<i>Macrothrix hirsuticornis</i> Norman et Brady, 1867	К	Bt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0
<i>Bosmina longirostris</i> (Müller, 1785)	К	Eut	0	+	+	0	+	+	+	0	0	+	0
<i>Disparalona rostrata</i> (Koch, 1841)	Г	L	+	+	0	+	+	+	+	0	0	0	0
<i>Chydorus sphaericus</i> (Müller, 1785)	К	Eut	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+
<i>Alona costata</i> Sars, 1862	К	L, Ph	0	0	0	0	0	+	0	0	+	+	0
<i>A. quadrangularis</i> (Müller, 1785)	К	L	0	+	0	0	0	+	0	0	0	+	0
<i>A.</i> sp.	-	-	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0
<i>Biapertura affinis</i> Leydig, 1860	Г, ЦА, Э	L	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>B. intermedia</i> Sars, 1862	Г, ЦА, Э	L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0
<i>Coronatella rectangula</i> Sars, 1862	К	Eut	+	0	0	0	0	0	+	0	0	+	0
<i>Acroperus harpae</i> Baird, 1843	К	L, Ph	0	+	0	0	0	0	0	0	+	+	0
<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Fischer, 1851)	К	L, Bt	0	0	0	0	0	+	+	0	0	0	0
<i>Monospilus dispar</i> Sars, 1862	Г	Bt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0
Copepoda													
<i>Neutrodiaptomus incongruens</i> (Poppe, 1888)	П	L	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0
<i>Macrocyclus albidus</i> (Jurine, 1820)	Г	Ph, L	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer, 1851)	К	Eut	0	+	0	0	+	+	0	0	0	0	0
<i>E. macruroides</i> (Lilljeborg, 1901)	П	L	0	0	0	+	0	0	+	0	0	0	+
<i>Paracyclops fimbriatus</i> (Fischer, 1853)	П	Bt, L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0
<i>P.</i> sp.	-	-	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0
<i>Acanthocyclops vernalis</i> (Fischer, 1853)	К	Eut	0	0	+	0	+	0	0	0	+	0	0
<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine, 1820)	К	Eut	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0
<i>Microcyclus varicans</i> (Sars, 1863)	К	L	0	0	0	0	+	+	0	0	0	0	0
<i>M.</i> sp.	-	-	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Metacyclops</i> sp.	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0

Примечание: «+» — вид присутствует, «0» — вид не обнаружен, «-» — данных нет; К — космополит, Г — Голарктическая область, П — Палеарктическая область, Э — Эфиопская область, ЦА — Центральноазиатская область; Pl — планктонный, Bt — бентический, L — литоральный, Ph — фитофильный, Eut — эвритопный.

В зоогеографическом отношении большинство видов зоопланктона являются космополитами (56%), к голарктам относится 27%, к палеарктам — 12%. В составе зоопланктона обнаружены также представители Центральноазиатской и Эфиопской областей (5%). По биотопической приуроченности преобладают литоральные (46%) и эврибионтные виды (32%), остальные (планктонные, бентические и фитофильные) суммарно составляют 22%. Основу трофической структуры составляют детритофаги, бактериофаги и хищники. Практически во всех водотоках отмечались такие виды, как *E. dilatata*, *K. quadrata*, *B. longirostris*, *Ch. sphaericus*. Общее количество видов в притоках колебалось от 2 (р. Кумыл) до 16 (реки Данду-Хангарук и Тырин) (см. табл. 1).

Для зоопланктона обследованных притоков выявлены низкие показатели индекса видового сходства Сьеренсена-Чекановского (Вайнштейн, 1976) (от 0 до 0.4), что обусловлено, прежде всего, небольшим и разнокачественным составом гидробионтов. Самые высокие значения индекса отмечались для пары Кыра — Букукун.

Основными элементами речного планктона являлись хидориды и младшевозрастные стадии циклопов. В пробах, собранных на реках Кыра, Бальжиканка, Киркун и Кумыл, организмы встречались единично или не отмечались вовсе (табл. 2).

Таблица 2. Преобладающие таксоны в составе зоопланктона некоторых притоков р. Онон

Водоток	Дата отбора	Место отбора	Преобладающие таксоны
Кыра	11.07.2005 г.	нижнее течение	виды сем. Chydoridae
	23.07.2007 г.	нижнее течение	виды сем. Chydoridae
	26.06.2011 г.	граница с МНР	виды не обнаружены
	04.10.2001 г.	нижнее течение	<i>C. rectangula</i> (единично)
	27.06.2012 г.	гавань	<i>K. quadrata</i>
Букукун	24.06.2011 г.	ниже с. Букукун	<i>Ch. sphaericus</i> , копепоидиты, <i>E. serrulatus</i> , <i>A. harpae</i>
	03.10.2011 г.	нижнее течение	виды сем. Chydoridae, <i>K. quadrata</i>
	28.06.2012 г.	нижнее течение	<i>B. longirostris</i>
Бальджиканка	24.06.2011 г.	верхнее и нижнее течение	виды не обнаружены
	06.10.2011 г.	нижнее течение	виды отр. Harpacticoida (единично)
	29.06.2012 г.	устье	виды не обнаружены
Бырца	26.06.2011 г.	предустье	<i>Ch. sphaericus</i> , копепоидиты Cyclopidae
	01.10.2011 г.	нижнее течение	<i>Ch. sphaericus</i> , <i>E. macruroides</i>
	27.06.2012 г.	ниже с. Кыра	<i>T. elongata</i> + <i>T. capucina</i>
Тырин	26.06.2011 г.	выше моста	<i>Ch. sphaericus</i>
	01.10.2011 г.	ниже моста	<i>A. quadrangularis</i> + <i>A. costata</i>
	07.10.2011 г.	выше моста	<i>Ch. sphaericus</i> , <i>B. longirostris</i>
	25.06.2012 г.	ниже моста	<i>E. dilatata</i>
Киркун	26.06.2011 г.	верхнее течение	виды не обнаружены
	26.06.2011 г.	выше моста	виды сем. Chydoridae (единично)
	05.10.2011 г.	среднее течение	виды сем. Chydoridae (единично)
	28.06.2012 г.	выше моста	копепоидиты Cyclopidae(единично)
	28.06.2012 г.	выше р. Кукуун	виды не обнаружены
Бальджа	25.06.2011 г.	карьер	<i>E. macruroides</i>
Кумыл	28.06.2012 г.	граница с МНР	<i>N. acuminata</i> (единично)
Акша	14.07.2005 г.	среднее течение	<i>E. dilatata</i> + <i>E. deflexa</i> , <i>A. harpae</i>
Агуца	23.07.2004 г.	нижнее течение	<i>E. dilatata</i> , <i>A. costata</i>
	11.07.2005 г.	нижнее течение	виды сем. Chydoridae

В целом, качественный состав планктофауны обследованных притоков сходен с таковым водотоков, впадающих в р. Онон ниже по течению (Добрынина, Помазкова, 1998; Итигилова, Михалева, 2001; Афонина, Итигилова, 2006).

Зоопланктон притоков верхнего течения р. Онон характеризовался невысокими количественными показателями. За весь период исследований в р. Киркун отмечались самые низкие значения численности и биомассы гидробионтов (не более 0.08 тыс. экз./м³ и 0.61 мг/м³). Наибольшие количественные показатели зоопланктона регистрировались в июне 2011 г. в р. Букукун (0.43 тыс. экз./м³ и 6.62 мг/м³), в октябре 2011 г. — в р. Тырин (0.74 тыс. экз./м³ и 3.15 мг/м³), в июне 2012 г. — в р. Кыра (2.72 тыс. экз./м³ и 4.52 мг/м³).

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ-Забайкальский край № 11-05-98034-р_сибирь_a.

Список литературы

- Афонина Е.Ю. Коловратки и ракообразные нижнего течения р. Турга (Забайкальский край) // Поволжский экологический журнал. 2012а. № 2. С. 122–133.
- Афонина Е.Ю. Зоопланктон наливного водохранилища-охладителя Харанорской ГРЭС (Забайкалье): динамика формирования разнообразия и экология: Автореф. диссер. канд. биол. наук. Иркутск, 2012б. 22 с.
- Афонина Е.Ю., Итигилова М.Ц. Зоопланктон // Водоем-охладитель Харанорской ГРЭС и его жизнь. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. С. 82–104.
- Афонина Е.Ю., Итигилова М.Ц. Состав и структура зоопланктонного сообщества притоков реки Онон // Проблемы экологии, безопасности жизнедеятельности и рационального природопользования Дальнего Востока и стран АТР: Матер. II Межд. конф. Владивосток: ДВГТУ, 2006. С. 307–311.
- Афонина Е.Ю., Итигилова М.Ц. Зоопланктон реки Онон (Забайкальский край) // Вестник КрасГАУ, 2010а. № 2. С. 62–68.
- Афонина Е.Ю., Итигилова М.Ц. Сезонная и межгодовая динамика зоопланктона реки Онон (Забайкальский край) // Вестник КрасГАУ. 2010б. № 3. С. 89–93.
- Бассейн реки Амур в Забайкалье в вопросах и ответах / Под ред. Н.В. Помазковой. Чита: Экспресс-издательство, 2011. 208 с.
- Боруцкий Е.В. Сестон бассейна Амура и его роль в питании амурских рыб // Тр. Амур. ихтиол. экспед. 1945–1947 гг. Т. III. М.: Изд. МОИП, 1952. С. 141–228.
- Вайнштейн Б.А. Об оценке сходства между биоценозами // Биология, морфология, и систематика водных организмов. Л.: Наука, 1976. С. 156–164.
- Добрынина Н.А. Зоопланктон рек Верхнеамурского бассейна: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Иркутск, 1997. 21 с.
- Добрынина Н.А. Структура и пространственное распределение зоопланктона в реках Верхнеамурского бассейна // Видовая структура гидробиоценозов озер и рек горных территорий. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1998. С. 154–169.
- Добрынина Н.А., Помазкова Г.И. Биоразнообразие речных экосистем // Там же. С. 146–153.
- Зыкова Е.Х. Характеристика зоопланктонных сообществ рек Онон и Аргунь // Водные ресурсы и водопользование. Чита: ЧитГУ, 2011. Вып. 5. С. 54–65.
- Итигилова М.Ц., Афонина Е.Ю. Зоопланктон // Биологическое разнообразие национального парка «Алханай»: результаты современных исследований. Чита: Экспресс издательство, 2009. Вып. 1. С. 168–172.

Итигилова М.Ц., Михалева Е.Ю. Зоопланктон водоемов и водотоков национального парка // Алханай: природные и духовные сокровища. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. С. 92–101.
Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. Л.: Наука, 1969. Т. 1. 658 с.
Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях. Л.: ГосНИОРХ, 1982. 28 с.

УДК 577.574.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ТОКСИЧНОСТЬ ВОД И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ УРБОЭКОСИСТЕМЫ МАЛОЙ РЕКИ (Р. ТЕМЕРНИК, ЮФО)

Е. Н. Бакаева^{1,2}, Н. А. Игнатова^{1,3}, Г. Г. Черникова¹,
Т. А. Цурупа², Н. В. Вишневская², К. В. Шабанова², С. В. Лежепёкова²

¹Институт водных проблем РАН, Гидрохимический отдел, 344090 г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 198 rotaria@mail.ru

²Южный федеральный университет, 344090 г. Ростов-на-Дону, ул. Зорге, 40

³ФГБУ «Гидрохимический институт», 344090 г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 198

На основе анализа синхронно отобранных проб воды и донных отложений выявлена токсичность компонентов экосистемы малой реки в пределах города. Использован метод биотестирования с четырьмя видами тест-объектов. Выявлено разнонаправленное действие вод и донных отложений на растительные и зоологические тест-объекты, однородная пространственная токсичность.

Ключевые слова: малые реки, воды, донные отложения, токсичность, биотестирование.

SPATIAL TOXIC OF THE WATER URBOENKOSISTEMY OF SMALL RIVER (R. TEMERNIK, SFD)

E. N. Bakaeva^{1,2}, N. A. Ignatova^{1,3}, G. G. Chernikova¹
T. A. Tsurupa², N. V. Vishnevskaya², K. V. Shabanova², C. Lezhepekova²

¹Institute of Water Problems, Russian Academy of Sciences, Hydrochemical department

344090 Rostov-on-Don, pr. Stachki 198 rotaria@mail.ru

²Yuzhny Federal University, 344090 Rostov-on-Don, ul. Sorge. 40

³FGBU "Hydrochemical Institute", 344090 Rostov-on-Don, pr. Stachki, 198

On the basis of the analysis synchronously of selected samples water and bottom sediments revealed toxicity of components ecosystem of the small river within the city. Bioassay method was used with four kinds of test objects. The studies have identified different effect of water and bottom sediments on plant and zoological test objects, uniform spatial toxicity.

Keywords: small rivers, water, bottom sediments, toxicity, bioassay.

Урбоэкосистемы малых рек формируются под действием и в результате процессов, протекающих на бассейне водосбора и на протяжении всего русла реки. Малые реки в пределах городской черты подвержены различным видам антропогенного воздействия. Их состояние в настоящее время вызывает тревогу, поскольку неконтролируемая антропогенная нагрузка на малые реки привела к ряду экологических проблем.

К числу основных на сегодняшний день экологических проблем малых рек следует отнести:

- Проблему химического загрязнения, приводящая к коренным изменениям состава не только вод, но донных отложений.
- Проблему биоразнообразия на всех уровнях (генетическом, видовом, экосистемном).
- Повышение концентрации органических веществ, содержания биогенных элементов и ксенобиотических загрязнителей.
- Проблему эвтрофирования.
- Проблему токсификации водных экосистем за счёт образования токсичных, канцерогенных веществ, образующихся в результате разложения поступивших в экосистему веществ.
- Исчезновение промысловых видов рыб и непригодность для питания, оставшихся видов рыб (снижение белкового питания населения).
- Нарушение естественного гидрологического и гидрохимического режимов рек.
- Проблемы заиливания рек и подтопления территорий:
 - а) подъём уровня грунтовых вод б) заболачивание пойм в) повышение вероятности затопления пахотных земель, городов, сёл в период весеннего половодья или сильного дождевого паводка в лесостепной зоне
- Проблему опустынивания, сопутствующая ей смена флоры и фауны на полупустынные и пустынные виды
- Исчезновение малых рек за счёт осушения болот.

В случае сохранения перечисленных проблем в малых реках произойдут катастрофические изменения всей экосистемы малых рек и ландшафтов, превращение малых рек в сточные канавы и дальнейшее их исчезновение, непригодность для всех видов водопользования, снижение доли белкового рациона питания населения.

И в связи с этим на сегодняшний момент проблема чистой воды очень значима. Поэтому важно научиться получать достоверную информацию о качестве воды. Аналитические методы позволяют определять только ограниченный набор химических элементов веществ, а их концентрации, к сожалению, не позволяют дать экологическую оценку их воздействия на биоту. Определить токсичность компонентов водной экосистемы позволяют биологические методы.

Биологические методы оценки состояния водных экосистем позволяют решать задачи, которые невозможно решить с помощью гидрофизических и аналитических методов.

Первоначально разработанное направление биологических методов — биоиндикация, позволяло оценивать состояние водной экосистемы по растительному и животному населению водного объекта, поскольку любая экосистема, находясь во взаимосвязи с факторами внешней среды, имеет сложную систему подвижных биологических связей, которые нарушаются под воздействием антропогенных факторов. Влияние загрязнения, как основного антропогенного фактора выражается в изменении видового состава водных сообществ, их численности, биомассы. Оценка степени загрязнения водоема по составу гидробионтов позволяет установить его санитарное состояние, определить степень и характер загрязнения и пути его распространения в водоеме. Однако биоиндикационные исследования требуют высокой квалификации специалистов-систематиков и требуют значительного времени для камеральной обработки проб. А главное — результат метода биоиндикации даёт ответ не на сиюминутное воздействие растворённых загрязняющих веществ, а отклик по прошествии какого-то отрезка времени.

Биотестирование — второе направление биологических методов позволяет получать результаты о токсичности на момент воздействия исследуемых проб. Под биотестированием обычно понимают процедуру установления токсичности среды с помощью тест-объектов в контролируемых условиях. Метод биотестирования позволяет получать более полную характеристику качества водной среды за счет выявления действия на тест-организм сразу всех вредных веществ. «Сканирование» водного объекта методом биотестирования позволяет получить сигнальную информацию о токсичности независимо от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают изменения жизненно важных функций у тест-объектов. После получения сигнальной информации в точках с выявленным острым токсическим действием далее рекомендуют проведение в этих точках дорогостоящих аналитических методов для идентификации загрязняющих веществ (Бакаева, Никаноров, 2006).

Биотестирование оценивает происходящее загрязнение и нацелено на получение быстрого сигнала о токсичности и принятия в соответствии с полученным результатом управленческих решений. В связи с этим биотестирование является основным элементом биологического мониторинга состояния окружающей среды

Цель исследования заключалась в оценке изменения пространственной токсичности вод и донных отложений экосистемы реки Темерник в черте города за период 2013 г. методом биотестирования.

Материал и методы. Исследованиями был охвачен участок р. Темерник, протекающей через мегаполис г. Ростов-на-Дону (табл. 1). Работы были проведены в летний сезон 2013 г. в период производственной практики студентов-геоэкологов Южного федерального университета. Пробы воды и донных отложений отбирались синхронно. Для анализа привлечены данные исследований, проведенных ранее в рамках НИР и НОЦ Института водных проблем РАН (2001–2011 гг.) (Бакаева, Игнатова, 2008; Игнатова, 2009; Бакаева и др., 2012, 2013). В 2013 г. добавлены точки отбора в р. Дон: у Ворошиловского моста вблизи городского пляжа (ВМ) и месте после впадения р. Темерник (ТД).

Таблица 1. Точки отбора проб воды и донных отложений р. Темерник

Номер точки	Наименование точки отбора проб	Пробы воды	Пробы донных отложений
1	Санаторий, правый берег (под газопроводом)	+	+
2	Санаторий, правый берег (перед мостом)	+	+
3	Санаторий левый берег (после моста)	+	+
4	В начале зоопарка левый берег	+	+
5	Мост в зоопарке левый берег	+	+
6	Выход из зоопарка левый берег	+	+
7	Ботанический сад, левый берег (после ж/д моста)	+	+
8	Ботанический сад, левый берег (склад вынутых донных отложений)	+	+
9	Ботанический сад, левый берег (пешеходный мост)	+	+
10	Ботанический сад (правый берег после ж/д моста)	+	+
11	Ботанический сад (правый берег, напротив склада вынутых донных отложений)	+	+
12	Ботанический сад, правый берег (ниже склада вынутых донных отложений)	+	+
ЖД	Железнодорожный вокзал вблизи устья р. Темерник	+	-
ВМ	р. Дон, Ворошиловский мост	+	-
ТД	р. Дон после впадения р. Темерник	+	-

Исследования токсичности проведены с использованием четырёх методик биотестирования. В качестве тест-объектов использовали зеленые микроводоросли *Scenedesmus obliquus*, ветвистоусые рачки *Daphnia magna* (РД 52.24.566), семена редиса *Raphanus sativus* в биотесте на фитотоксичность вод (СанПиН 2.1.7.573-96) и донных отложений вод в отношении высших растений, экологически соответствующий для необработанных донных отложений — личинки комаров *Chironomus plumosus*. Все эксперименты проведены в трёхкратной повторности. В качестве контроля для проб воды использовали дехлорированную водопроводную воду. Тест-показателями служили коэффициент прироста микроводорослей, гибель дафний и хирономид. При оценке фитотоксичности использовали корневой, ростковый тесты и динамику выклева семян.

Темерник — малая равнинная река, протекающая по Ростовской области и являющаяся правым притоком реки Дон в нижней его части. Длина реки — 35,5 км, из них 18 км проходят по территории г. Ростова-на-

Дону. Средний уклон р. Темерник 2.3%, ширина русла в среднем до 10 м, глубина — 0.3–0.8 м. Использование водных ресурсов бассейна Нижнего Дона многопланово: водоснабжение, ирригация, гидроэнергетика, водный транспорт, рыбное хозяйство, рекреационное обслуживание. В связи с этим водная экосистема Нижнего Дона испытывает все возрастающее антропогенное воздействие, негативным последствием которого является токсическое действие на гидробиоту. Одним из основных поставщиков загрязняющих веществ в реку Дон является р. Темерник. В 1749 г. указом Императрицы Елизаветы Петровны на берегу р. Темерник была основана «Темерницкая таможня», преобразовавшаяся на сегодняшний момент в крупный мегаполис — г. Ростов-на-Дону, включающий города-спутники Аксай, Азов. Река Темерник является естественным приемником поверхностного стока с городской и прилегающей к городу местности с площадью водосбора 293 км².

Результаты биотестирования вод р. Темерник на трёх тест-объектах отличались. Так, на ветвистусых рачков исследуемые воды всех точек оказывали угнетающее действие. В то время как на растительные тест-объекты воды оказывали ещё и стимулирующее действие.

Рассмотрим подробнее. Действие исследуемых вод на микроводорослевый тест-объект *Scenedesmus obliquus* было разнонаправленным (рис. 1). Так, отмечено стимулирующее действие в точках 4–6, 10–12, ВМ, ТД, ЖД в течение биотеста. Однако на четвёртые сутки в точках 7–9 и ЖД действие вод сменилось на угнетающее, хотя его нельзя было отнести к опасному. В то время как в точках 1–3 с первых суток отмечено угнетающее действие вод, которое на последние сутки позволило квалифицировать их как оказывающие острое токсическое действие, поскольку отклонение от контроля численности микроводорослей составляло от 75 до 85%.

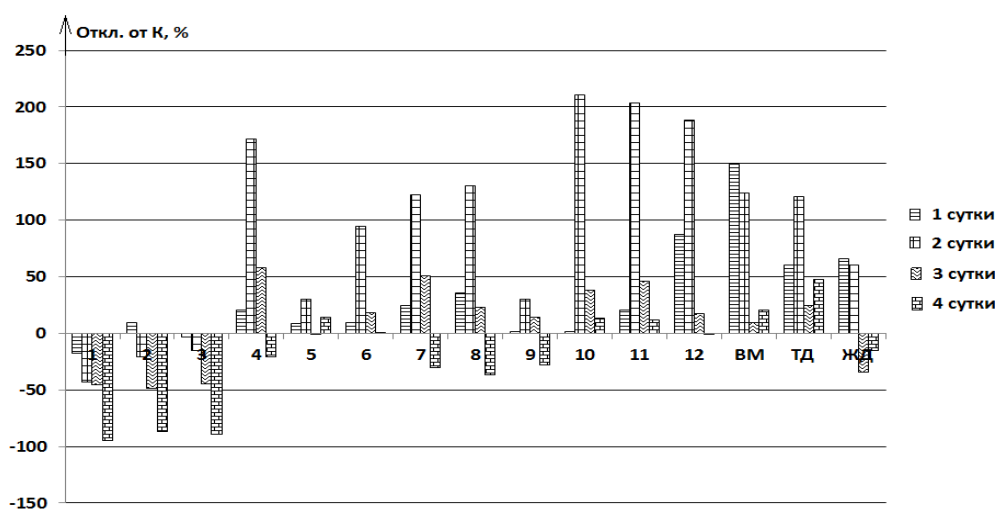


Рис. 1. Динамика численности *Scenedesmus obliquus* в биотесте. Обозначение точек в табл. 1.

Биотестирование исследуемых вод на фитотоксичность в отношении семян *Raphanus sativus* не было выявлено: и корневой, и ростковый тесты показывали отклонения от контроля менее чем на 50%.

Воздействие вод на беспозвоночных животных было негативным. Так, токсическое действие исследуемых вод на *Daphnia magna* проявилось уже в первые сутки и выражалось в иммобилизации практически всех особей, а также гибели. Максимальная гибель зафиксирована в точках 7 и 8, 9, где отклонение от контроля равнялось -80% (рис. 2). Воду этих точек отбора, а также 1, 2, 4, 5, имевших отклонение от контроля на четвёртые сутки -70% можно оценить как оказывающую острое токсическое действие.

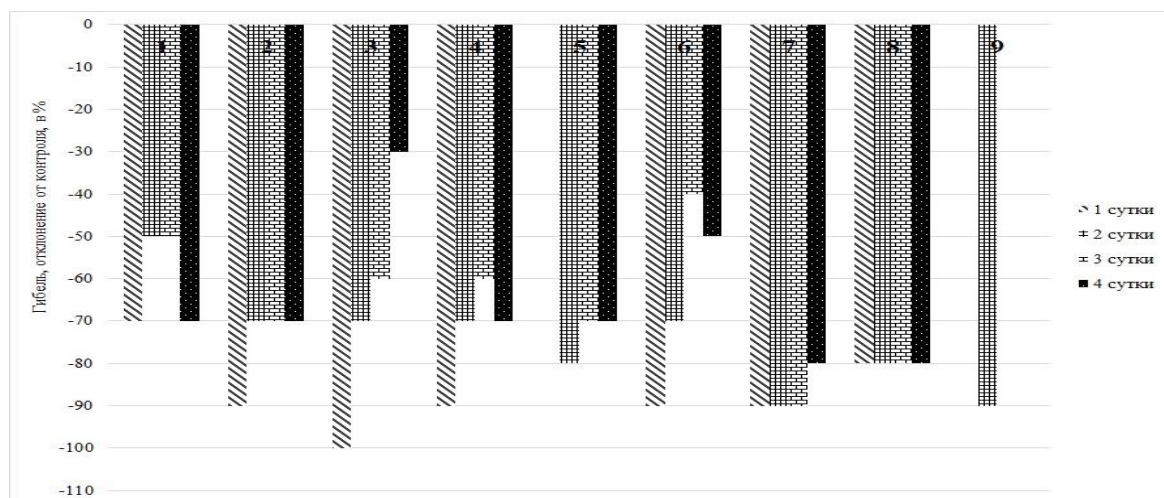


Рис. 2. Динамика гибели *Daphnia magna* в биотесте, откл. от контроля, %.

Таким образом, результаты биотестирования исследуемых вод по комплексу биотестов показали, что наиболее чувствительным тест-объектом оказались ветвистосые рачки. Это проявлялось в увеличении гибели

более 50% особей, взятых в эксперимент. Как принято (РД 52.24.566-94) окончательный результат дают по тесту, проявившему наибольшую чувствительность, поэтому все воды исследованных в 2013 г. участков р. Темерник квалифицируют как оказывающие острое токсическое действие.

Действие донных отложений было противоположным воздействию воды. Так, угнетающее действие вплоть до острого токсического действия, донные отложения оказывали на растительные тест-объекты. Фитотоксичность выявлена во всех исследуемых точках. В то время как в биотесте с хирономидами токсического действия не обнаружено. Следовательно, и донные отложения исследуемых в 2013 г. участков р. Темерник можно оценить как оказывающие токсическое действие.

Анализ данных биотестирования компонентов урбоэкосистемы р. Темерник в 2013 г. и сравнение с литературными данными показал:

- усиление токсичности вод в отношении беспозвоночных тест-объектов и снижение токсичности по отдельным показателям в отношении растительных тест-объектов;
- снижение токсичности донных отложений в отношении хирономид и проявление фитотоксичности в отношении высших растений;
- усиление токсичности вод и донных отложений со временем (в 2009 г. была проведена очистка русла реки в Ботаническом саду).

Таким образом, в 2013 г. и воды, и донные отложения урбоэкосистемы р. Темерник на всех исследованных участках реки квалифицируются как оказывающие токсическое действие, т.е. пространственная динамика токсичности оказалась однородной.

Список литературы

- Бакаева Е.Н., Никаноров А.М. Гидробионты в оценке качества вод суши. М.: Наука, 2006. 237 с.
- Бакаева Е.Н., Игнатова Н.А. Эколого-токсикологическое состояние нижнего течения р. Дон // Мат. III Всерос. конф. по водной токсикологии «Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы». Ярославль: Ярославский печатный двор, 2008 С. 193–197.
- Игнатова Н.А., Бакаева Е.Н. Качество поверхностных вод городских территорий // Вода и водные ресурсы: системообразующие функции в природе и экономике: Мат. Всерос. науч. конф. Цимлянск, 23–28 июля 2012 г. Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2012. С. 207–214.
- Бакаева Е.Н., Игнатова Н.А., Черникова Г.Г., Рудь Д.А. Токсичность вод и донных отложений урбанизированного участка реки Темерник (г. Ростов-на-Дону, ЮФО) // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 2; URL: <http://www.science-education.ru/108-8854>
- Игнатова Н.А. Оценка токсичности вод и донных отложений антропогенно загрязненных экосистем методом биотестирования (на примере бассейна Нижнего Дона) // Автореф. дисс. кандидата биол.наук. Ростов-на-Дону, 2009. 24 с.
- РД 52.24.566-94. Методы токсикологической оценки загрязнения пресноводных экосистем. М.: ФСР Госкомгидромета, 1994. 130 с.
- СанПиН 2.1.7.573-96 Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения. М.: Минздрав России, 1997.

УДК 574.587(470.21+470.22)

ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БЕНТОФАУНЫ ПОРОГОВЫХ УЧАСТКОВ МАЛЫХ, СРЕДНИХ И КРУПНЫХ РЕК КАРЕЛИИ И МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

И. А. Барышев

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии Карельского научного центра Российской академии наук (ИБ КарНЦ РАН) Пушкинская, 11, Россия, Карелия, Петрозаводск, 185910
i_baryshev@bio.krc.karelia.ru

На основе собственного материала приведена характеристика фауны по таксономическим группам с указанием числа видов, встречаемости и вклада в биомассу донных сообществ. Указаны массовые виды. Проанализировано изменение видового богатства, биологического разнообразия и сапробиности по мере увеличения водотока. Показано, что малые реки являются важным компонентом формирования биоразнообразия водных экосистем.

Ключевые слова: макрозообентос, фауна, Карелия, Мурманская область, разнообразие.

ECOLOGICAL AND FAUNISTIC CHARACTERISTIC OF BENTHIC FAUNA IN THE RIFFLES OF SMALL, MEDIUM AND LARGE RIVERS OF KARELIA AND MURMANSK REGION

I. A. Baryshev

Fauna characteristic is presented on the basis of our own material. The number of species occurrence and contribution to the biomass of benthic communities is given for each taxon. Widespread species are listed. Changes in species richness, biodiversity and saprobity with increasing of a watercourse were analyzed. It is shown that small rivers are an important component of the formation of aquatic biodiversity.

Keywords: macrozoobenthos, fauna, Karelia, Murmansk region, biodiversity.

Карелия и Мурманская область расположены в восточной части Фенноскандии — физико-географической страны, большая часть которой находится в пределах Балтийского щита. Общность геологической основы территории обуславливает сходство гидрографических особенностей русел рек, что позволило выделить «Кольский гидробиологический тип» (Жадин, 1950). Основные черты рек — порожистый характер

русла и наличие большого количества озер и болот на территории водосбора. Пороговые участки составляют значительную часть длины водотоков, здесь формируется особое сообщество — литореофильный биоценоз (Жадин, 1950).

Фауна макрозообентоса рек Карелии и Мурманской области относительно хорошо изучена. Сведения о видовом составе беспозвоночных приведены как в гидробиологических сводках, так и в фаунистических работах, посвященных отдельным систематическим группам (Лепнева, 1928; Жадин, 1940; Малевич, 1951; Усова, 1961; Шустов, 1978; Хренников, 1987; Попченко, 1988; Данькова, Иванов, 2004; Яковлев, 2005; Денисов и др., 2009; Ivanov, 2011; Чертопруд, Палатов, 2013). В обзорных фаунистических сводках авторы чаще описывают фауну водотоков в целом, не выделяя плесовые и пороговые участки. В гидробиологических же работах, учитывающих особенности речного русла, фауну чаще приводят для конкретных водотоков или небольших территорий.

Несмотря на гидрологические и гидрографические различия рек, пороговые участки населены специфическим комплексом донных беспозвоночных — реофильным макрозообентосом. По этой причине нам представляется возможным и актуальным выявить характерные особенности видового состава этого биотопа.

Цель нашей работы — привести эколого-фаунистическую характеристику фауны пороговых участков рек Карелии и Кольского полуострова.

Методика. Материал собирали на пороговых участках рек Карелии и Мурманской области. Обследованы реки Ладожского и Онежского озер, Белого моря (Поморский, Карельский, Кандалакшский и Терский берега) и Баренцева моря. Выбирали участки со скоростями течения более 0.2 м/с и каменистыми грунтами. Отбор проб проводили при помощи количественной рамки площадью 0.04 м² (Комулайнен и др., 1989). Всего отобрано и обработано 463 пробы с 131 порогового участка из 90 водотоков. За основу размерной градации рек взят десятичный логарифм расхода воды, среди обследованных нами участков выделены 4 размерных класса: 0.03–0.3 м³/с самые малые реки, 76 проб; 0.3–3 м³/с малые реки, 118 проб; 3–30 м³/с средние реки, 201 проба; 30–300 м³/с крупные реки, 68 проб.

Результаты. В ходе работ определено 144 вида из 7 типов (Porifera, Colenterata, Plathelminthes, Nematelminthes, Annelidae, Mollusca, Arthropoda).

Тип губки Porifera (Spongia). Представители этого типа относительно редко обитают на пороговых участках рек Карелии и Мурманской области (встречаемость около 1%). Встреченные нами губки — *Spongilla lacustris* (Linnaeus, 1758) были приурочены к участкам с повышенным содержанием сестона — истокам из озер и нижнему течению средних и крупных рек.

Тип кишечнополосные (Colenterata). Гидры (Hydrae) не часто заселяют участки с быстрым течением, предпочитая затишные зоны. Встречаемость на пороговых участках составила около 1%. Локально численность доходила до 200 тыс. экз./м² на богатых сносимой органикой участках, например на истоках из озер. Видовое определение не проводили.

Тип плоские черви (Plathelminthes). Плоские черви в наших сборах представлены единичными находками *Planaria torva* (Muller, 1774) на участках с замедленным течением.

Тип Первичнополостные черви (Nematelminthes). В составе макрозообентоса из представителей этой группы выявлены нематоды и волосатики.

Нематоды (Nematoda) встречены как в малых, так и в крупных водотоках, встречаемость в пробах составила 36%. До вида представителей этой группы не определяли.

Волосатики (Nematomorpha, или Gordiacea) встречены единично, можно предположить случайное их нахождение на участках с существенным течением.

Тип Кольчатые черви (Annelidae). К данному типу в наших сборах относятся представители двух классов — малощетинковые черви и пиявки.

Малощетинковые черви (Oligochaeta) широко распространены в исследованных биотопах. Встречаемость по пробам составила 67%. Вклад в биомассу в среднем 3%. Наиболее распространены виды *Eiseniella tetraedra* (Savigny, 1826), *Cognettia glandulosa* (Michaelsen, 1888), *Fridericia callosa* (Eisen, 1878).

Пиявки (Hirudinea) — обычные обитатели речного дна. Встречаемость по пробам составила 25%. Наиболее распространенные виды — *Erpobdella octoculata* (Linnaeus, 1758), *Glossiphonia complanata* (Linnaeus, 1758), *Helobdella stagnalis* (Linnaeus, 1758).

Тип Моллюски (Mollusca). Моллюски представлены двумя классами:

Брюхоногие моллюски (Gastropoda) — обычные обитатели рек. Встречаемость 35%. Характерным обитателем быстрин, особенно малых водотоков, является *Ancylus fluviatilis* O.F. Muller, 1774. Кроме неё отмечены еще 9 видов сем. Planorbidae и Lymnaeidae, которые предпочитают затишные участки (определены И.О. Нехаевым, за что мы ему очень благодарны).

Двустворчатые моллюски (Bivalvia) обычные обитатели речные биотопы. Встречаемость в пробах высока — 45%. Пороговые участки — место обитания преимущественно мелких представителей Bivalvia отряда Veneroidea. Широко распространены моллюски сем. Euglesidae (9 видов) и сем. Sphaeriidae — 1 вид (определены А.А. Фроловым (ММБИ), за что мы ему очень благодарны). Крупные представители двустворчатых моллюсков (отряд Unionoidea, род Anodonta) предпочитают затишные зоны и встречены нами на пороговых участках единично, преимущественно в водотоках средних и крупных размеров. На каменистых перекатах рек, слабо затронутых хозяйственной деятельностью человека обитает *Margaritifera margaritifera* (Linnaeus, 1758).

Тип Членистоногие (Arthropoda). Представители этой большой группы широко распространены на порогах исследованных водотоков – встречаемость составляет 100%. Доля по численности в среднем 0.85 (от 0.01 до 1.00; медиана 0.91), по биомассе 0.79 (от 0.04 до 1.00; медиана 0.88). Из членистоногих на порогах обитают представители 4 классов — ракушковые ракообразные (Ostracoda), высшие раки (Malacostraca), паукообразные (Arachnida) и насекомые (Insecta).

Ракушковые ракообразные (Ostracoda) представлены мелкими формами и большей частью по критерию размера входят в состав мейобентоса. Встречаемость учтенных особей составила около 5%, существенных скоплений не выявлено. До вида не определены.

Высшие раки (Malacostraca) не являются типичными обитателями пороговых участков и в основном встречаются при случайном попадании на быстрины. В наших сборах отмечены единичные экземпляры *Mysis relicta* Loven, 1862 (отряд Mysida). Морские представители отряда бокоплавы (Amphipoda) — *Gammarus duebeni* Liljeborg, 1852 и *G. zaddachi* Sexton, 1912 единично обнаружены нами вблизи морских устьев рек. Вместе с тем, *G. lacustris* Sars, 1863, широко распространенный в пресных водах, на порогах нами не выявлен. Водяной ослик *Asellus aquaticus* (Linnaeus, 1758) (отряд Isopoda) приурочен к участкам с замедленным течением, его встречаемость по пробам составляет 6%.

Паукообразные (Arachnida) представлены водными клещами (Hydracarina). Личиночные стадии паразиты, взрослые – хищники. Широко распространены в реках региона, встречаемость по пробам составила 40%. Больших численностей не достигают, вклад в биомассу незначителен. Видовой идентификации представителей этой группы мы не проводили.

Насекомые (Insecta) — наиболее распространенная на пороговых участках группа беспозвоночных, встречаемость близка к 100%. В макрозообентосе рек насекомые представлены преимущественно личиночными стадиями гетеротопных видов, имеющих наземных имаго.

Ногохвостки (Collembola) — мелкие бескрылые насекомые, приуроченные к влажным биотопам. В составе зообентоса они встречены единично, в литоральной зоне.

Поденки (Ephemeroptera) на стадии личинки широко распространены в макрозообентосе пороговых участков. В наших сборах встречаемость возростала от малых до крупных водотоков от 84 до 100% и в среднем составила 94%, средняя доля в биомассе 15%. Выявлено 25 видов из 8 семейств. Наибольшую встречаемость имеют *Baetis rhodani* (Pictet, 1843), *B. vernus* Curtis, 1834, *Heptagenia sulphurea* (Muller, 1776) и *Serratella ignita* (Poda, 1761).

Стрекозы (Odonata) — в наших сборах приурочены к участкам со сниженными скоростями течения и существенным количеством водной растительности. Средняя встречаемость составила 5% с несущественным варьированием по размерным классам водотоков. Выявлено 4 вида из 3 семейств: Gomphidae (*Gomphus vulgatissimus* (Linnaeus, 1758), *Onychogomphus forcipatus* (Linnaeus, 1758)), Cordulegasteridae (*Cordulegaster boltonii* (Dopson, 1807)), Calopterygidae (*Calopteryx splendens* (Harris, 1782)).

Веснянки (Plecoptera) — широко распространены, встречаемость составляет 89%. Доля в биомассе в среднем 5%, снижается по мере увеличения размера водотока с 9 до 3%. Всего выявлено 14 видов из 5 семейств. Наиболее распространены *Leuctra fusca* (Linnaeus, 1758), *Taeniopteryx nebulosa* (Linnaeus, 1758) и *Isoperla difformis* (Klapalek, 1909).

Полужескокрылые, или клопы (Hemiptera) — в составе макрозообентоса порогов представлены одним видом *Aphelocheirus aestivalis* (Fabricius, 1794), сем. Aphelocheiridae. Встречаемость в среднем 12%, в водотоках с расходом воды более 3 м³/с существенно выше.

Жесткокрылые, или жуки (Coleoptera) — представлены в составе макрозообентоса как личинками, так и имаго. Встречаемость 66% при несущественных колебаниях в зависимости от размера водотока. В биомассе зообентоса жесткокрылые занимают менее 1%. На пороговых участках выявлено 6 видов из 2-х семейств: Gyrinidae (*Orectochilus villosus* (O.F. Muller, 1776)), Elmidae (*Elmis maugetii* Latreille, 1798, *Elmis aenea* (Muller, 1806), *Limnius volckmari* (Panzer, 1793), *Normandia nitens* (Muller, 1817), *Oulimnius tuberculatus* (Muller, 1806)).

Большекрылые (Megaloptera) представлены в наших сборах личинками вида *Sialis fuliginosa* Pictet, 1836 (сем. Sialidae). Общая встречаемость низка (2%). Вклад в биомассу донных сообществ незначителен.

Сетчатокрылые (Neuroptera). Личинки рода Sisyra (сем. Sisyridae) выявлены единично в малых водотоках.

Ручейники (Trichoptera) — одна из основных групп макрозообентоса пороговых участков рек, на которую приходится более половины (62%) биомассы макрозообентоса. Встречаемость по пробам — 89%. Доля по биомассе в среднем 32%, на отдельных участках до 98%. Выявлено 44 вида ручейников из 15 семейств, что составляет 22% от фауны ручейников Карелии и Мурманской области (Ivanov, 2011). Широко распространены (в порядке убывания встречаемости) *Hydropsyche pellucidula* (Curtis, 1834), *Rhyacophila nubila* Zetterstedt, 1840, *Cheumatopsyche lepida* (Pictet, 1834), *Neureclipsis bimaculata* (Linnaeus, 1758), *Polycentropus flavomaculatus* (Pictet, 1834), *Lepidostoma hirtum* (Fabricius, 1775) и *Hydropsyche siltalai* Doehler, 1963.

Двукрылые (Diptera) часто встречаются в составе макрозообентоса порогов рек Карелии и Мурманской области представлены семействами Simuliidae, Ceratopogonidae, Chironomidae, Athericidae, Limoniidae. Достоверное видовое определение личинок двукрылых во многих случаях затруднено, а иногда и невозможно без выведения имаго. По этой причине в данной работе мы не приводим число видов для каждого из таксонов двукрылых.

Мошки (Simuliidae) — одни из обычных обитателей водотоков. Встречаемость по пробам составила 64%, вклад в биомассу — 4%. Для представителей этой группы характерны массовые скопления — до 60 тыс. экз./м²

и до 135 г/м². Однако их большие плотности (более 7 тыс. экз./м² и 10 г/м²) зафиксированы относительно редко — лишь в 1% проб, и приурочены к участкам с большим количеством сестона — истокам из озер.

Мокрецы (Ceratopogonidae) в донных сообществах встречаются относительно редко (встречаемость 12%) и не образуют больших скоплений.

Хирономиды (Chironomidae) — постоянный компонент макрозообентоса. Встречаемость группы в среднем составляет 98%. Вклад в биомассу среднем — 2%.

Таблица 1. Число выявленных таксонов насекомых

Группа	Размерный класс водотока, м ³ /с			
	0.03 – 0.3	0.3 – 3	3 – 30	30 – 300
Ephemeroptera	16	23	15	18
Plecoptera	10	13	11	10
Trichoptera	26	30	27	20
Megaloptera	1	1	1	0
Coleoptera	4	5	3	2
Simuliidae*	7	11	5	1
Chironomidae *	6	9	3	7
Ceratopogonidae*	1	1	1	1
Diptera прочие	4	4	2	1
Odonata	2	2	1	3
Hemiptera	0	0	1	1
Всего	77	99	70	64

* Видовое определение проведено не для всех особей

ного местообитания выявлено, что биоразнообразие (индекс Шеннона) возрастает по мере увеличения водотока (табл. 2).

Установлено, что по мере увеличения водотока происходит возрастание доли видов — индикаторов высокой сапробности (см. табл. 2). В водотоках малого размера преобладают виды, чувствительные к загрязнению. Выявлено, что биоразнообразие на каждом конкретном участке выше в средних и крупных водотоках (>3 м³/с), а наибольшее число таксонов встречается в самых малых и малых водотоках. Вероятно, это следствие множества различных типов местообитаний в водотоках с расходом воды менее 3 м³/с по сравнению с относительно однообразными условиями на порогах более крупных рек. Малые реки, таким образом, являются важным компонентом формирования биоразнообразия водных экосистем.

Таблица 2. Интегральные характеристики макрозообентоса

Показатель	Размерный класс водотока, м ³ /с			
	0.03 – 0.3	0.3 – 3	3 – 30	30 – 300
Инд. Шеннона	1.15±0.040	1.16±0.037	1.32±0.034	1.42±0.058
Число таксонов на 68 проб*	97	116	95	78
Сапробность	1.59±0.058	1.60±0.042	1.79±0.015	1.85±0.034

* Для сравнимости результатов взято одинаковое количество проб.

Список литературы

- Данькова Н.В., Иванов В.Д. Фауна ручейников (Trichoptera) рек Кольского полуострова // Фауна, вопросы экологии, морфологии и эволюции амфибиотических и водных насекомых России: материалы II Всерос. симпозиума по амфибиот. и водным насекомым. Воронеж: Воронежский государственный ун-т, 2004. С. 28–34.
- Денисов Д.Б., Кашилин Н.А., Терентьев П.М., Валькова С.А. Современные тенденции изменения биоты пресноводных экосистем Мурманской области // Вестник МГТУ. 2009. Т. 12. № 3. С. 525–538.
- Жадин В.И. Фауна рек и водохранилищ. М., Л. 1940. 991 с.
- Жадин В.И. Жизнь в реках // Жизнь пресных вод СССР. М.-Л., 1950. Т. 3. С. 113–256.
- Комулайнен С.Ф., Круглова А.Н., Хренников В.В., Широков В.А. Методические рекомендации по изучению гидробиологического режима малых рек. Петрозаводск: Карельский филиал СССР, 1989. 41 с.
- Лепнева С.Г. Личинки ручейников Олонецкого края // тр. Олонецкой науч. экспедиции. Ч.6, вып. 5. Л., 1928. 125 с.
- Малевиц И.И. Материалы к познанию фауны малощетинковых червей (Oligochaeta) побережья Белого моря // Сб. тр. Зоологического музея МГУ. 1951. Т. 7. С. 171–186.
- Попченко В.И. Водные малощетинковые черви (Oligochaeta limicola) Севера Европы. Л.: Наука, 1988. 287 с.
- Усова З.В. Фауна мошек Карелии и Мурманской области (Diptera, Simuliidae). Изд-во АН СССР, М.-Л., 1961. 288 с.
- Хренников В.В. Сезонная динамика бентофауны в лососевых реках Карелии и Кольского полуострова // Вопросы лососевого хозяйства на Европейском Севере. Петрозаводск, 1987. С. 65–69.
- Чертопруд М.В., Палатов Д.М. Реофильные сообщества макробентоса юго-западной части Кольского полуострова // Биология внутр. вод. 2013. № 4. С. 34–42.
- Шустов Ю.А. Дрифт донных беспозвоночных в лососевых реках Карелии и Кольского полуострова // Биол. основы рыбного хоз. водоемов Средней Азии и Казахстана. Мат. конф. Фрунзе: «Илим», 1978. С. 195–196.
- Яковлев В.А. Пресноводный зообентос северной Фенноскандии (разнообразие, структура и антропогенная динамика). Ч. 1, 2. Апатиты: Изд. Кольского НЦ РАН, 2005. 206 с.
- Ivanov V.D. Caddisflies of Russia: Fauna and biodiversity // Zoosymposia. 2011. Vol. 5. P. 171–209.

ФАУНА АМФИБИЙ ЛЕСОСТЕПНЫХ ВОДОТОКОВ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ АКТИВНОГО БОБРОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

И. В. Башинский

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, 119071, Москва, Ленинский проспект, 33, ivbash@mail.ru

В работе проведено исследование фауны амфибий заселенных бобрами лесостепных водотоков Пензенской области в пределах заповедника «Приволжская лесостепь». Всего в водотоках нерестится 5 видов амфибий — обыкновенный тритон, зеленая жаба, обыкновенная чесночница, остромордая и прудовая лягушки. На водотоках без бобрового воздействия нерестится лишь остромордая лягушка. Наибольший эффект от вселения бобров наблюдается в мелких водотоках с медленным течением и лугово-кустарниковой поймой. Более крупные ручьи в целом непригодны для амфибий, так как весной в период нереста бобровые пруды размываются паводками.

Ключевые слова: амфибии, малые реки, лесостепь, речной бобр, ООПТ.

Study of amphibian fauna was held in forest-steppe streams inhabited by beavers. 5 amphibian species spawn in such streams — *Lissotriton vulgaris*, *Bufo viridis*, *Pelobates fuscus*, *Rana arvalis* and *Pelophylax* sp. Only *R. arvalis* was found in parts of streams without beaver impact. Maximum effect of beaver on amphibian fauna was in small slow-flowing streams. Larger streams were unsuitable for amphibians because most of beaver dams were destroyed by spring floods.

Keywords: amphibians, small rivers, forest-steppe wildlife area, beavers, nature reserves.

Введение. Пензенская область расположена на стыке лесной, лесостепной и степной природных зон. На территории области проходит водораздел Донского и Волжского бассейнов (рис. 1). В находящемся в области заповеднике «Приволжская лесостепь», благодаря кластерному расположению, представлено все многообразие местообитаний региона. Эти и многие другие особенности Пензенской области позволяют рассматривать ее в качестве модельной для экологических исследований лесостепи.

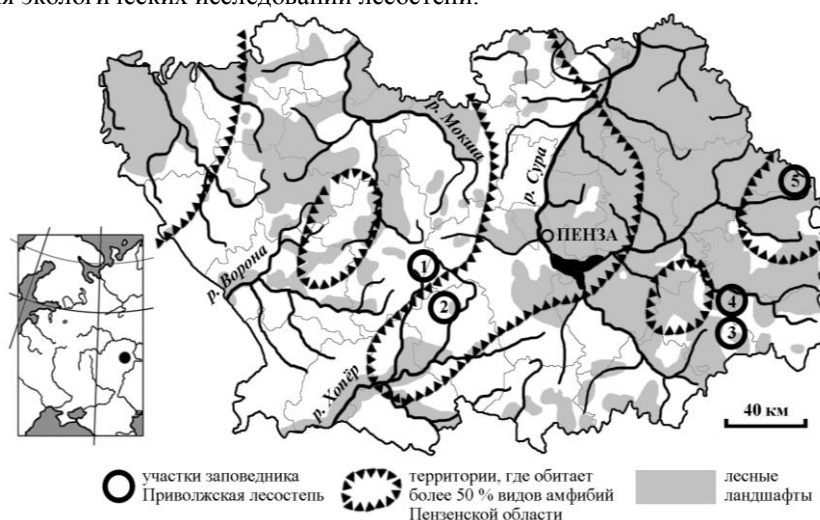


Рис. 1. Речная сеть и особенности распространения амфибий в пределах Пензенской области. Участки заповедника Приволжская лесостепь: 1 — Попереченская степь, 2 — Островцовская лесостепь, 3 — Кунчеровская лесостепь, 4 — Борок, 5 — Верховья Суры. Распространение амфибий дано по: Закс и др., 2011.

Зона лесостепи относится к территориям с богатой и своеобразной (встречаются представители разных природных зон) герпетофауной (Башинский, Леонтьева, 2012). На территории Пензенской области обитает 10 видов амфибий (Закс и др., 2011). На большей части области встречается менее 50 % видов амфибий от ареалогически ожидаемого их числа (рис. 1). С одной стороны, такая картина связана с недостаточной фаунистической изученностью области, но с другой — может быть обусловлена и недостатком подходящих водоемов, особенно в лесостепной и степной частях области.

Всем видам амфибий фауны региона необходимо наличие стоячих и слабопроточных водоемов для процесса размножения и развития личинок. На территории Пензенской области стоячие водоемы представлены озерами и водохранилищами, но количество водоемов естественного происхождения сильно уступает числу антропогенных прудов — 240 озер и более 900 искусственных водоемов (Ивушкин и др., 2001). В то же время, многие искусственные пруды из-за снижения сельскохозяйственной нагрузки и процессов урбанизации были заброшены и постепенно размываются. Водоохранилища, которые поддерживаются в рабочем состоянии, испытывают сильную антропогенную нагрузку (рыбозаводное хозяйство, рекреация). Таким образом, нерест амфибий в искусственных водоемах подвержен различным рискам. Естественные же озера в подавляющем большинстве (более 90%) представлены старицами, существование которых зависит от уровня весенних паводков, что тоже может ставить нерест амфибий под угрозу.

При этом Пензенская область имеет развитую речную сеть — 302 реки длиной свыше 10 км и 2444 речки менее 10 км (Ивушкин и др., 2001). В связи с современным ростом численности речного бобра (*Castor fiber*), данный вид активно заселяет малые реки по всей России, в том числе и лесостепные водотоки. Запруживание

водотоков бобрами приводит к образованию огромного количества бобровых прудов — стоячих водоемов, которые могут быть пригодны для обитания и размножения амфибий (Башинский, 2014). Наша работа ставит своими задачами установить видовой состав амфибий лесостепных водотоков и проанализировать роль бобров в распространении и разнообразии амфибий лесостепи на примере Пензенской области.

Материалы и методы. Работа проводилась на базе заповедника «Приволжская лесостепь» в 2013–2014 гг. Из пяти участков заповедника наши исследования были сосредоточены на трех лесостепных — Островцовская лесостепь (далее — ОЛ), Кунчеровская лесостепь (КЛ) и Попереченская степь (ПС). Основной упор был сделан на участок ОЛ, имеющий наиболее развитую речную сеть (протяженность основного водотока 11.2 км, площадь водосбора 44 км² (Неворотов, Новикова, 2012)). На двух других участках водотоки представлены небольшими временными ручьями. Все рассматриваемые речки заселены бобрами (табл. 1).

Таблица 1. Краткая характеристика исследованных водотоков (* — Добролюбов, 2012; устные сведения; ** — наши данные)

Участок заповедника	Малая река	Куда впадает	Бассейн	Год заселения бобрами*	Количество бобровых плотин на 1 км течения**
ОЛ	Безымянный	Хопёр	Донской	2004	3.7
	Южный	Безымянный	Донской	2004	6.4
ПС	Без названия	Арчада	Донской	2012	Менее 3
КЛ	Без названия	Кадада	Волжский	2011	Нет данных

Растительность участков представлена разнотравными луговыми и кустарниковыми степями (Добролюбова и др., 2002). Пойменные местообитания участка ОЛ заняты разнотравными черноольшанниками, ветляниками и осинниками (Кудрявцев, 2012; Новикова, 2012).

Водотоки обследовались несколько раз в год — весной в период нереста амфибий, и в летние месяцы в период развития головастика. Отмечалось наличие амфибий, количество видов, количество кладок икры (весной), численность головастика (летом). Головастика учитывали сачковым методом (Хейер и др., 2003), облавливая в каждом местообитании 1 м² воды. Регулярно проводились учеты взрослых особей по периметру водоема. Виды лягушек из гибридного комплекса (*Pelophylax esculentus-complex*) определялись по внешним определительным признакам (Кузьмин, 2012) и были отнесены к прудовой лягушке (*Pelophylax lessonae*). Но в виду сложности определения данного комплекса и необходимости дополнительных уточнений с помощью генетических исследований, в тексте употребляется лишь родовое название «зеленая лягушка».

Кроме этого, все местообитания были подробно описаны и схематически закартированы. На участке ОЛ с помощью GPS была измерена длина водотоков и отмечены все бобровые плотины.

Результаты и обсуждение. Схематичные карты изученных бобровых местообитаний представлены на рис. 2. В ОЛ основные бобровые местообитания сосредоточены на р. Южном. Растительность вдоль ручья представлена зарослями ивняка и высокотравными лугами. Имеются крупные бобровые пруды протяженностью около 200 м. Незапруженная часть водотока представляет собой небольшой ручей шириной около 0.6 м и расходом воды менее 0.001 м³/с. В целом по ручью наблюдается заниженное содержание растворенного в воде кислорода (0.4–3 мг/л), однако имеются выходы подземных вод.

Амфибии обитают лишь в зарегулированной бобрами части р. Южного. На данный момент здесь достоверно установлено размножение лишь двух видов амфибий — зеленой и остромордой лягушки (*Rana arvalis*). Тем не менее, высокая плотность бобровых прудов, высокая освещенность и низкий расход воды создают амфибиям большой выбор комфортных местообитаний. Кроме этого, эти особенности водотока защищают амфибий от негативных последствий бобрового воздействия — сильных паводков и высыхания (Башинский, 2014).

Основной водоток участка ОЛ (р. Безымянный) условно состоит из трех участков (рис. 2) — низовья после впадения р. Южного, среднее течение, лишенное бобрового воздействия, и верхнее течение. Характеризуется более высокими показателями содержания растворенного кислорода (4.8–11.5 мг/л) и расхода воды (0.1–0.17 м³/с). Низовья ручья отличаются наиболее сильным течением (0.25–0.37 м/с) и высокими склонами. Пойма занята черноольшанниками и высокотравными лугами. Всего на этом отрезке найдено 11 бобровых плотин на 3.1 км течения. Пруды руслового типа, характеризуются маленькой шириной (2–4 м), отсутствием мелководий, слабым развитием водной растительности. Весной эти пруды размываются паводками, водоток становится непригодным для нереста амфибий. Вдоль водотока встречаются лишь взрослые особи зеленых лягушек, использующих его для расселения из мест нереста (старицы р. Хопёр). В некоторых наиболее освещенных местах численность взрослых достигает 15 особей/м.

Среднее течение р. Безымянный характеризуется широкой затененной поймой, заросшей черноольшанниками, и отсутствием бобровых поселений. В некоторых местах образуются небольшие русловые системы со слабопроточными (0.08 м/с) рукавами и старицами, которые являются естественными местами размножения остромордой лягушки (численность головастика — 2–12 особей/м²). Однако площадь таких водоемов невелика (15–20 м²), поэтому можно предполагать высыхание и гибель личинок в некоторые годы.

Выше по течению широкая черноольховая пойма переходит сначала в осинники, затем в ветляники и луговые сообщества. Появляются бобровые поселения, отличающиеся широкими и протяженными прудами, с мелководьями и затопленными лугами. Возможная негативная роль паводков снижается, так как течения почти нет из-за высокой плотности плотин (4.1 плотины/км). Таким образом, на этом участке водотока наблюдается

самое большое количество видов амфибий в долине р. Безымянного — нерестятся обыкновенный тритон (*Lissotriton vulgaris*), зеленые и прудовые лягушки.

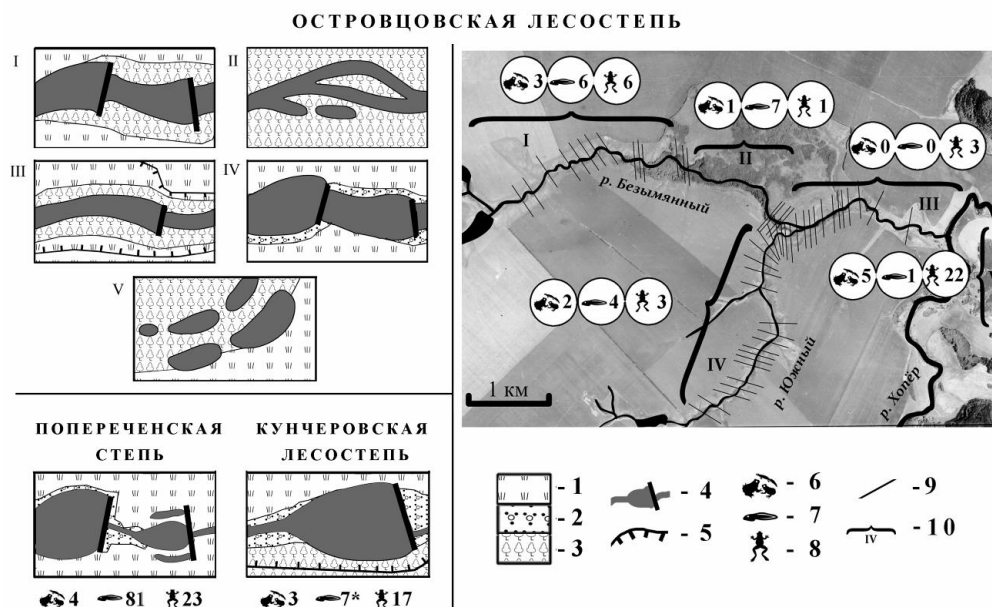


Рис. 2. Схемы бобровых местообитаний лесостепных водотоков. Условные обозначения: 1 — травяная растительность, 2 — кустарниковая растительность, 3 — древесная растительность, 4 — водотоки и бобровые пруды, 5 — крутые склоны, 6 — количество нерестящихся видов амфибий, 7 — количество головастиков остромордой лягушки (* — чесночницы), особей/м², 8 — численность зеленых лягушек, особей/100 м, 9 — бобровые плотины 10 — обследованные водоемы участка ОЛ (I — верховья р. Безымянный, II — участок р. Безымянный без воздействия бобров, III — низовья р. Безымянный, IV — р. Южный, V — старицы р. Хопёр).

Основным же нерестилищем амфибий в районе участка ОЛ является старичная система р. Хопёр. Помимо вышеупомянутых видов, в старицах нерестятся чесночница (*Pelobates fuscus*), гребенчатый тритон (*Triturus cristatus*) и жерлянка (*Bombina bombina*). Предпочтение таким водоемам амфибии отдают из-за большей стабильности по сравнению с бобровыми прудами из нижнего течения р. Безымянного, а также из-за значительно отдаления от более надежных прудов р. Южного.

На участках ПС и КЛ ситуация несколько иная. Представленные водотоки слабые (расходы воды 0.003 и 0.001 м³/с соответственно), поймы ручьев хорошо освещены. Условия в целом схожие с описанными ранее в р. Южном, однако есть существенные отличия. На данных участках имеется лишь по одному бобровому поселению и не представлено иных стоячих водоемов, пригодных для амфибий, поэтому данные пруды являются единственными местами размножения амфибий. На обоих участках нерестятся чесночница, прудовая и зеленая лягушки, в ПС кроме этого найдена зеленая жаба (*Bufo viridis*). Однако, бобровые поселения этих водотоков молодые (табл. 1), заселены небольшими семьями, кормовая база выглядит скудной. Из-за этого существует риск того, что в случае ухода или истребления бобров и последующего постепенного размыва прудов, амфибии лишатся единственного места нереста.

Важно отметить, что в поймах небольших лесостепных водотоков заповедника наблюдается остаточная заболоченность на месте старых антропогенных прудов (водопойные водоемы). В верховьях р. Безымянного и р. Южного и сейчас имеются большие антропогенные пруды (рис. 2). Очевидно, до момента заселения водотоков бобрами именно они являлись основными нерестилищами амфибий. Бобры предоставили амфибиям альтернативу и дополнительные местообитания и позволили глубже расселиться вдоль водотоков. С учетом того, что многие антропогенные пруды на данный момент либо уже спущены, либо постепенно размываются, можно предположить, что со временем именно бобровые пруды станут главными центрами размножения амфибий в лесостепной зоне. Имеющиеся естественные стоячие водоемы либо распространены локально, вдоль крупных рек (старицы), либо являются временными и пересыхающими (пойменные водоемы малых рек), и таким образом не могут в полной мере гарантировать сохранение видового разнообразия амфибий.

Автор выражает благодарность за помощь в работе научному сотруднику заповедника «Приволжская лесостепь» В.В. Осипову, директору заповедника А.Н. Добролюбову и старшему инспектору заповедника В.А. Дергунову. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-04-31458 мол_а.

Список литературы

- Бащинский И.В. Оценка последствий реинтродукции речного бобра для амфибий малых рек // Российский Журнал Биологических Инвазий. № 2, 2014. С. 15–32.
- Бащинский И.В., Леонтьева О.А. Роль заповедников в сохранении герпетофауны России // Вопросы географии. Сб. 134: Актуальная биогеография / Отв. ред. С.М. Малхазова, Е.Г. Мяло, Н.М. Новикова, Н.Б. Леонова. М.: Издательский дом «Кодекс», 2012. С. 225–240.

- Добролюбов А.Н. Фауна млекопитающих Островцовской лесостепи // Биологическое разнообразие и динамика природных процессов в заповеднике «Приволжская лесостепь». Островцовская лесостепь. Тр. Гос. заповедника «Приволжская лесостепь», вып. 2. Пенза, 2012. С. 245–247.
- Добролюбова Т.В., Добролюбов А.Н., Кудрявцев А.Ю., Лебяжинская И.П. Государственный природный заповедник «Приволжская лесостепь» (Физико-географическая характеристика и биологическое разнообразие природных комплексов). Пенза: Мин-во природ. ресурсов, 2002. 91 с.
- Закс М.М., Симонов Е.П., Ермаков О.А. Распространение земноводных (Amphibia) на территории Пензенской области // Известия ППГУ им. В.Г.Белинского. 2011. № 25. С. 181–190.
- Ивушкин А.С., Куприянов В.В., Сыроев Н.В., Хрянин В.Н. Поверхностные воды // Пензенская энциклопедия / Гл. ред. К. Д. Вишневский. М.: Научное издательство «Большая Российская энциклопедия», 2001. С.480–481.
- Кузьмин С.Л. Земноводные бывшего СССР. М.: Т-во научных изданий КМК, 2012. 370 с.
- Кудрявцев А.Ю. Классификация древесных и кустарниковых сообществ Островцовской лесостепи // Биологическое разнообразие и динамика природных процессов в заповеднике «Приволжская лесостепь». Островцовская лесостепь. Тр. Гос. заповедника «Приволжская лесостепь», вып. 2. Пенза, 2012. С. 74–93.
- Неворотов А.И., Новикова Л.А. Физико-географическая характеристика Островцовской лесостепи // Биологическое разнообразие и динамика природных процессов в заповеднике «Приволжская лесостепь». Островцовская лесостепь. Тр. Гос. заповедника «Приволжская лесостепь», вып. 2. Пенза, 2012. С. 7–10.
- Новикова Л.А. Изменения травяной растительности Островцовской лесостепи в условиях заповедности // Биологическое разнообразие и динамика природных процессов в заповеднике «Приволжская лесостепь». Островцовская лесостепь. Тр. Гос. заповедника «Приволжская лесостепь», вып. 2. Пенза, 2012. С. 43–65.
- Хейер В.Р., Доннелли М.А., Мак Дайермид Р.В., Хэйек Л.-ЭС., Фостер М.С. Измерение и мониторинг биологического разнообразия: стандартные методы для земноводных. Пер. с англ. М.: Т-во научных изданий КМК., 2003. 380 с.

УДК 582.542.7:574.55(282.2)(47.316)

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ *SPARGANIUM EMERSUM* REHM. В УСЛОВИЯХ МАЛЫХ РЕК ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. А. Беляков

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, Россия, Ярославская обл., Некоузский р-н, п. Борок, e-mail: eugenybeliakov@yandex.ru

Изучена сезонная динамика надземной фитомассы *Sparganium emersum* Rehm на реках Ярославской области (р. Великая (Ярославский р-н) и р. Корожечна (Угличский р-н)) в течение вегетационного периода 2013 г. Показано, что на р. Корожечна надземная фитомасса достигла максимальных величин к концу июля, в то время как на р. Великая — к четвертой декаде августа. Установлено, что в течение всего вегетационного сезона фитомасса надземных органов *S. emersum* на русловых участках рек, как правило, в 2,5–3 (3,5) раза меньше фитомассы в зоне подпора водохранилища.

Ключевые слова: *Sparganium emersum* Rehm, надземная фитомасса, сырая и воздушно-сухая фитомасса, русловой участок реки, зона подпора, Ярославская область.

SEASONAL DYNAMICS OF ABOVE-GROUND PHYTOMASS OF *SPARGANIUM EMERSUM* REHM. IN CONDITIONS OF SMALL RIVERS OF YAROSLAVL REGION

E. A. Belyakov

I.D. Papanin Institute for Biology of Inland Waters, RAS, Borok, Russia, E-mail: eugenybeliakov@yandex.ru

Seasonal dynamics of above-ground phytomass *Sparganium emersum* Rehm on rivers of Yaroslavl region (r. Velikaya (Yaroslavl district) and r. Korozhechna (Uglich district)) was studied within vegetation period of 2013. It was shown that above-ground phytomass on the river Korozhechna was at its maximum by the end of July, while on the river Velikaya — by the very end of august. It was stated that phytomass of above-ground organs of *S. emersum* on bed parts of rivers through all vegetation period is as a rule 2.5–3 (3.5) times less than phytomass in backwater zone of the reservoir.

Keywords: *Sparganium emersum* Rehm, above-ground phytomass, damp and air-dry phytomass, bed part of river, backwater zone, Yaroslavl region.

Sparganium emersum Rehm является одним из наиболее распространенных растений водоемов и водотоков умеренной зоны северного полушария (Бойко, Алексеев, 1990), в том числе и Ярославской области. Ежеголовник всплывший растет на мелководьях и берегах рек, озёр, водохранилищ, болот, прудов, а так же в канавах, ручьях, кюветах со стоячими и быстро текущими водами (Лисицина и др., 2009). Способен формировать достаточно устойчивые популяции, существование которых мало зависит от резко колеблющегося уровня воды в течение всего вегетационного периода (Беляков и др., 2013). По классификации Т.А. Работнова (1978), данный вид можно отнести к аддиторам — видам, способным достаточно устойчиво сохранять своё положение в фитоценозах, принимая в них лишь относительно небольшое участие.

Одним из частных аспектов изучения биологии вида являются наблюдения за сезонной динамикой надземной фитомассы *S. emersum* в различных типах водоемов Европейской России.

S. emersum — малолетник вегетативного происхождения с явно полицентрической биоморфой. Произрастает на глубинах от 0 до 120 (130) см, в результате чего способен формировать не только полупогруженную (оптимальную для данного вида), а так же наземную и погруженную (как правило, стерильную) формы. Развивается на всех типах грунта, однако, предпочитает песчано-илистые.

Регулярное изучение продуктивности *S. emersum* проводилось нами с конца июня (начала июля) по первую декаду октября 2013 г. на р. Великая в зоне подпора Горьковского водохранилища (Ярославский р-н) и

на русловом участке р. Корожечна (Угличский р-н) Ярославской области. Кроме того, однократно (в конце августа) пробы отбирались на русловых и устьевых (зона подпора) участках рек впадающих в Рыбинское водохранилище: Чеснава (Брейтовский р-н Ярославской обл.), Конгора, Сога, Согожа и Маткома (Пошехонский р-н Ярославской обл.), Оченино и Суда (Череповецкий р-н Вологодской обл.), Себла и Кесьма (Весьегонский р-н Тверской обл.).

Определение надземной фитомассы выполнялось на учетных площадках размером 0.5×0.5 (0.25 м²) (Папченко, 2001). Отбор производили с каждой площадки методом укосов (в 2х-кратной повторности) 1 раз в месяц. Для ограничения укосной площади использовали деревянную рамку, для срезания и сбора растений использовали косу с коротким лезвием длиной 0.25 м. После взятия укоса с него удалялась вода, после чего, путем взвешивания определялась сырая фитомасса, а после высушивания в помещении — воздушно-сухая.

На исследованном участке р. Великая группировки *S. emersum* встречаются плотными пятнами 1(2)×2 м² (проективное покрытие 90–100%) вдоль берега, чередующиеся с такими же пятнами *Sagittaria sagittifolia* на глубинах от 10 до 30–40 см. Произрастает совместно с *Lemna minor*, *L. trisulca*, *Spirodela polyrhiza*, *Elodea canadensis*, *Ceratophyllum demersum*, *Batrachium circinatum* и *Sagittaria sagittifolia*. На русловом участке реки Корожечна *S. emersum* произрастает узкой полосой вдоль берега (проективное покрытие 60–70%) совместно с *Lemna minor*, *L. trisulca*, *Spirodela polyrhiza*, *Batrachium circinatum*, *B. trichophyllum*, *Sagittaria sagittifolia*, *Hippuris vulgaris*, *Elodea canadensis*, *Potamogeton natans*, *P. perfoliatus*, *Myriophyllum verticillatum*, *Scirpus lacustris* на глубинах от 5 (10) до 30 (40) см.

Нами установлено, что показатели надземной фитомассы ежеголовника всплывшего изменяются по односторонней кривой, при этом накопление наибольшего объема фитомассы на исследованных нами реках происходит не одновременно (табл.).

Таблица. Динамика фитомассы надземных органов *Sparganium emersum* на реках Великая и Корожечна

Корожечна			Великая		
Дата	Фитомасса (г)		Дата	Фитомасса (г)	
	сырая	воздушно-сухая		сырая	воздушно-сухая
27.VI.	225.58±78.12	23.45±9.59	VI.	—	—
23.VII.	355.00±15.00	44.17±4.87	07.VII.	822.26±91.10	81.03±15.90
VIII.	—	—	18.VIII.	933.84±10.03	79.75±3.28
19.IX.	189.65±35.50	38.07±3.84	16.IX.	664.00±170.00	65.49±13.19
10.X.	109.48±35.93	14.88±4.71	06.X.	413.88±80.48	47.577±9.69

Примечание: — показатели фитомассы отсутствуют.

Так, на р. Корожечна максимальных величин надземная фитомасса достигла к концу июля, в то время как на р. Великая — лишь к четвертой декаде августа. Сдвиг максимума фитомассы на более ранние сроки на р. Корожечна, по нашему мнению, объясняется быстрым спадом весеннего половодья приходящимся, по данным В.Л. Рохмистрова (2004), на вторую-третью декады мая, после чего начинается летняя межень, способствующая активному росту и развитию водных и прибрежно-водных растений. Более поздние сроки достижения максимума надземной фитомассы у *S. emersum* на р. Великая говорят об особой специфичности условий, создающихся в зоне подпора этой реки. Для этой зоны, нередко, характерен длительный период стояния высокого уровня воды после весеннего половодья, что ведет к ограничению активного роста и развития прибрежно-водных растений. Следствием этого является сдвиг фенологических фаз развития растений на значительные промежутки времени. В таких условиях, активное развитие прибрежно-водной растительности, в том числе и исследуемого вида, наблюдается лишь после наступления благоприятных условий. Этому способствует спад уровня воды до оптимальных значений, а так же её прогрев, что удлиняет сроки вегетации растений.

Последующее уменьшение надземной фитомассы связано с постепенным снижением температуры воды, что приводит к торможению ростовых процессов, отмиранию и разложению листьев, располагающихся на вегетативных и вегетативно-генеративных побегах, а также постепенным разрушением соплодий и опадением плодов на землю.

Наши исследования показали, что в течение всего вегетационного сезона фитомасса надземных органов *S. emersum* на русловых участках рек, как правило, в 2.5–3 (3.5) раза меньше фитомассы в зоне подпора водохранилища (табл.). Это подтверждают и наши результаты однократных отборов проб фитомассы на остальных реках Ярославской области. Так фитомасса надземных органов исследуемого вида в зоне подпора рек Рыбинским водохранилищем (сырая — 282.328±40.796 г, воздушно-сухая — 33.979±5.347 г) почти в 2.5 раза превышает таковую на русловых участках (сырая — 111.714±24.059 г, воздушно-сухая — 18.652±2.876 г). Очевидно, это связано с тем, что наибольшее количество органических веществ остается в зоне подпора, в результате чего здесь создаются наиболее благоприятные условия для активного роста и развития водной и прибрежно-водной растительности.

Таким образом, изучение сезонной динамики надземной фитомассы *S. emersum* показало, что:

1. наблюдаются отличия в сроках достижения максимума фитомассы на русловых участках рек и в зоне подпора водохранилища. Так, надземная фитомасса *S. emersum* на русловом участке р. Корожечна достигает максимальных величин к концу июля, в то время как в зоне подпора на р. Великая — к четвертой декаде августа;
2. максимальная надземная фитомасса *S. emersum* в зоне подпора рек превышает таковую на русловых участках, как правило, в 2.5, а, иногда, и в 3–3.5 раза.

Список литературы

- Беляков Е.А., Гарин Э.В., Лебедева О.А., Лапиров А.Г. Анализ встречаемости некоторых видов семейства *Sparganiaceae* на территории Ярославской области // Ярослав. пед. вестник. 2013. Т. III, № 4. С. 149–151.
- Бойко Г.А., Алексеев Ю.Е. Ежеголовник всплывший // Биологическая флора Московской области. 1990. № 8. С. 63–77.
- Лисицына Л.И., Папченков В.Г., Артеменко В.И. Флора водоемов Волжского бассейна. Определитель сосудистых растений. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. 219 с.
- Папченков В.Г. Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль: ЦМП МУБиНТ, 2001. 214 с.
- Рохмистров В.Л. Малые реки Ярославского Поволжья / Отв. ред. В. И. Лукьяненко. Ярославль: Изд-во ВВО РЭА, 2004. 55 с.

УДК 574.587:574.632

ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ И КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗООБЕНТОСА ТРЕХ ОЗЕРНО-РЕЧНЫХ СИСТЕМ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА ПРИ АНТРОПОГЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

В. П. Беляков, А. И. Бажора, И. В. Сотников

Институт озераедения РАН, 196105, Санкт-Петербург, Севастьянова, 9, E-mail: victor_beliakov@mail.ru

Зообентос трех озеро-речных систем был исследован весной, летом и осенью 2013 г. Отмечена несинхронность отклика сообщества на действие природных и антропогенных факторов, которая проявляется в различиях сезонной динамики количественных показателей, структурных характеристик сообщества и биотических индексах зообентоса. В целом, по показателям зообентоса исследованные водные системы демонстрируют устойчивую тенденцию к деградации.

Ключевые слова: зообентос, озеро-речные системы, антропогенное воздействие, Санкт-Петербург.

The zoobenthos of three lake-river systems was investigated in the spring, in the summer and fall of 2013. Not synchronism of a response of community on action of natural and anthropogenous factors which is shown in distinctions of seasonal dynamics of quantitative characteristics, structural indices of community and biotic indexes of a zoobenthos is noted. As a whole, on zoobenthos indicators the studied water systems show a steady tendency to degradation.

Keywords: zoobenthos, lake-river systems, anthropogenous influence, St. Petersburg

Зообентос достаточно часто используется как субъект биоиндикации речных экосистем. Это связано с особенностями и возможностями бентосных беспозвоночных, которые могут закрепляться и противостоять течению, а поэтому по ряду показателей своих сообществ характеризовать условия среды в конкретных участках рек. Общие тенденции изменения условий в реках от истока к устью достаточно четко проявляются в составе, структуре, функциональных показателях зообентоса, что описывается так называемой концепцией речного континуума. Эта схема, несомненно, нарушается при наличии участков с замедленным течением, и тем более в озеро-речных системах. На характер формирования и функционирования сообществ зообентоса влияют также и антропогенные воздействия.

Целью данной работы было проследить нарушения состава, структуры, сезонной динамики, участия в самоочищении донных беспозвоночных в зависимости от природных и антропогенных факторов в трех различных озеро-речных системах нарушенных городских и пригородных ландшафтов.

Озеро-речная система Дудергофки состоит из искусственно подпруженных трех озер, образующих цепочку и вытекающую из нижнего их них оз. Безымянного саму р. Дудергофку, впадающую в Финский залив. Воды, питающие верхние озера этой системы отличаются высокой минерализацией с повышенной концентрацией ионов Mg и Ca. Высокая прозрачность и небольшая глубина озер приводит к существенному развитию харовых водорослей и макрофитов. Река Охта берет начало на склонах Лемболовской возвышенности в болотах Всеволожского района Ленинградской области. Воды характеризуются повышенной цветностью. Озеро-речная система Охты включает в себя расположенное в нижней трети течения достаточно большое Охтинское водохранилище, ниже река впадает в р. Неву. Система оз. Нижнего Суздальского включает в себя, кроме самого озера, его основной приток р. Сторожиловку, берущую начало со склонов Парголово-Сестрорецких высот и сток — р. Каменку с расположенным в среднем течении водохранилищем — Шуваловским карьером, ниже которого река впадает в Лахтинский разлив и Финский залив.

Антропогенное воздействие во всех исследованных водоемах носит комплексный характер: в верховьях — это бытовые и сельскохозяйственные загрязнения, ниже добавляется влияние транспорта (автомобильные и железные дороги) и промышленных предприятий, а также рекреационное воздействие. Загрязнения вод проявляется в превышении ПДК по содержанию нефтепродуктов, тяжелых металлов и органических веществ (Игнатова и др., 2011).

Пробы зообентоса отбирались дночерпателем Петерсена по 2–3 отбора в прибрежье и медиали рек, на литорали и в центральной зоне озер в апреле, мае, июле и сентябре 2013 г.: на 5 станциях системы р. Дудергофка, 6 — р. Охта и 8 — системы Н. Суздальского.

В составе зообентоса озеро-речной системы Дудергофки обнаружено около 120 видов, но только 20 из них встречены более чем в 25% проб. Наиболее обычны олигохеты *Limnodrilus hoffmeisteri* и *Tubifex tubifex*. По числу видов в списке преобладают личинки хирономид, среди которых выделяется триба Tanytarsini, а также гастроподы. Другие группы представлены 1–3 видами. Среди доминантов, кроме олигохет в озерной части преобладали личинки хирономид *Chironomus plumosus*, *Einfeldia pagana*, *Cryptochironomus defectus*, *Tanytarsus excavatus*, *Cladotanytarsus mancus*, *Polypedilum tetracrenatum* и поденок *Caenis undosa*, а в речной — хирономиды: *Paratanytarsus confusus*, *Rheotanytarsus* sp., *Eukiefferiella alpestris*, *Cricotopus bicinctus*, *Chironomus thummi* и

хищные ручейники *Hydropsyche angustipennis*. Группы, являющиеся индикаторами чистых вод, такие как поденки и ручейники обнаружены только в верхних створах системы, а в нижнем течении — весной и летом, когда скорость течения достигала 0.2–0.3 м/с. В течение сезона открытой воды зообентос количественно рос к осени в истоке системы и в среднем течении реки, но снижался в зоне аккумуляции — в оз. Безымянном и нижнем течении реки (рис. 1). Накопление негативных воздействий вниз по течению сказалось на величине средней суммарной деструкции зообентоса, но не повлияло на индекс разнообразия, который рос в соответствии концепцией речного континуума. Биотические индексы зообентоса (Вудивисса и Гуднайта) давали нестабильные и несовпадающие оценки (табл. 1). Все эти несогласованности могут свидетельствовать о возможных токсичных воздействиях. Об этом говорят и показатели встречаемости личинок хирономид с морфологическими отклонениями *Chironomus plumosus*, *Polypedilum tetracrenatum*, *Microtendipes pedellus* и др. от 3 до 70%.

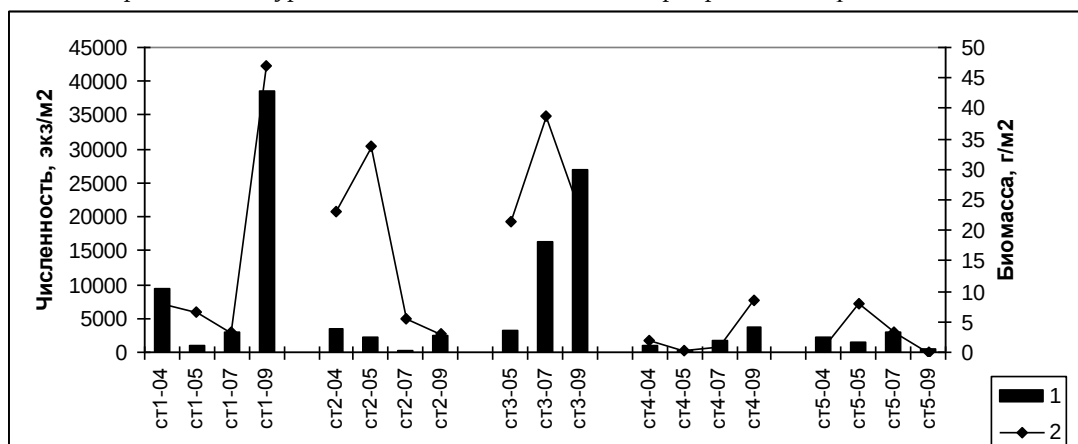


Рис. 1. Изменения численности и биомассы зообентоса в системе р. Дудергофки в 2013 г. Примечания: ст. 1 — оз. Дудергофское, ст. 2 и ст. 3 — центр и литораль оз. Безымянного, ст. 4 — среднее течение реки, ст. 5 — нижнее течение; 04, 05, 07 и 09 — апрель, май, июль и сентябрь.

Таблица 1. Биотические показатели, индекс разнообразия и деструкция зообентоса в трех озерно-речных системах в 2013 г.

Показатель	Апрель	Май	Июль	Сентябрь	H	R
Д. ст1	Iw=6; IG=17	Iw=6; IG=71	Iw=2; IG=75	Iw=2; IG=88	2.21	628
Д. ст2	Iw=2; IG=50	Iw=2; IG=85	Iw=2; IG=54	Iw=2; IG=75	1.72	437
Д. ст3		Iw=2; IG=78	Iw=2; IG=14	Iw=7; IG=3	2.68	1430
Д. ст4	Iw=2; IG=9	Iw=5; IG=71	Iw=6; IG=0.6	Iw=8; IG=0.7	2.46	116
Д. ст5	Iw=5; IG=4	Iw=2; IG=43	Iw=6; IG=1.5	Iw=2; IG=33	2.96	116
Н.С. ст1		Iw=6; IG=17	Iw=6; IG=71	Iw=2; IG=75	2.06	181
Н.С. ст2	Iw=2; IG=88	Iw=2; IG=50	Iw=2; IG=85	Iw=2; IG=54	1.41	206
Н.С. ст3	Iw=2; IG=75	Iw=2; IG=78	Iw=4; IG=9	Iw=7; IG=3	1.90	458
Н.С. ст4	Iw=2; IG=17	Iw=2; IG=0	Iw=4; IG=14	Iw=7; IG=0	1.85	73
Н.С. ст5	Iw=2; IG=2	Iw=5; IG=71	Iw=6; IG=0.5	Iw=8; IG=0.6	2.28	1591
Н.С. ст6		Iw=5; IG=4	Iw=2; IG=43	Iw=6; IG=1.5	2.70	262
Н.С. ст7		Iw=2; IG=43	Iw=4; IG=1.5	Iw=7; IG=33	2.93	329
Н.С. ст8		Iw=6; IG=8	Iw=3; IG=20	Iw=5; IG=3	3.18	93
Охта, ст1	Iw=7; IG=5.3	Iw=2; IG=0	Iw=2; IG=0	Iw=2; IG=0	1.95	63
Охта, ст2		Iw=2; IG=36	Iw=2; IG=3	Iw=4; IG=99	1.65	910
Охта, ст3	Iw=2; IG=92	Iw=1; IG=100	Iw=2; IG=95	Iw=1; IG=100	0.17	44
Охта, ст4			Iw=2; IG=46	Iw=6; IG=1	2.63	282
Охта, ст5	Iw=3; IG=0	Iw=3; IG=33	Iw=4; IG=50	Iw=3; IG=73	1.78	482
Охта, ст6		Iw=0; IG=0	Iw=2; IG=62	Iw=2; IG=88	0.82	65

Усл. обозначения: Iw — индекс Вудивисса, IG — индекс Гуднайта, H — индекс разнообразия Шеннона (средний), R — среднесезонная суточная деструкция сообществом зообентоса, (кал/м² сутки). ст1 — оз. Дудергофское, ст2 и 3 — оз. Безымянное центр и литораль, ст. 4 и 5 — среднее и нижнее течение р. Дудергофки; 04, 05, 07, 09 — апрель, май, июль, сентябрь 2013 г. Д — система р. Дудергофки, Н.С. — система Н. Суздальского, станции как на рис. 1–3.

В зообентосе р. Охта обнаружено 70 видов, но только 7 из них встречены более чем в 20% проб. Наиболее обычны олигохеты *Limnodrilus hoffmeisteri* и *Tubifex tubifex*. По числу видов в списке преобладают личинки хирономид — 37 видов, а также моллюски — 10 видов. Другие группы менее разнообразны. Среди доминантов, кроме олигохет преобладали личинки хирономид *Glyptotendipes glaucus* и *Procladius choreus*. Группы, являющиеся индикаторами чистых вод, такие как веснянки, поденки и ручейники обнаружены только в верхних створах системы. В течении сезона в нижних створах отмечено снижение количественных показателей (рис. 2).

Максимальная деструкционная активность зообентоса отмечена в подпорной зоне реки перед водохранилищем и существенно падает к устью реки. О загрязненности реки говорят значения биотических индексов зообентоса (табл. 1). Токсичность вод р.Охты также подтверждается высоким процентом встречаемости личинок хирономид с морфологическими отклонениями, кроме видов отмеченных в р. Дудергофке еще и *Tanytarsus holochlorus* — до 40–75%.

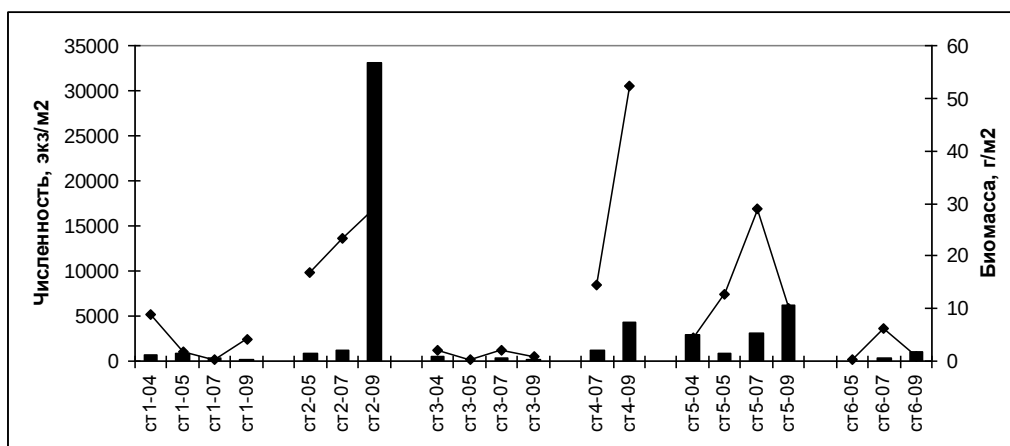


Рис. 2. Изменения численности и биомассы зообентоса в системе р. Охта в 2013 г. Примечания: ст1 — верховье реки, ст2 — среднее течение выше водохранилища, ст3 и ст4 — центр и литораль Охтинского вдхр., ст5 — среднее течение реки ниже водохранилища, ст6 — нижнее течение; 04, 05, 07 и 09 — данные за апрель, май, июль и сентябрь.

В составе зообентоса системы оз. Н. Суздальского обнаружено около 115 видов, но только 22 из них встречены более чем в 20% проб. Наиболее обычны олигохеты *Limnodrillus hoffmeisteri*, раки *Asellus aquaticus*, личинки мокрецов и хирономид — *Glyptotendipes glaucus*, *Cryptochironomus defectus* и *Procladius ferrugineus*. По числу видов в списке преобладают личинки хирономид — 65 видов, а также ручейники — 10 и моллюски — 9 видов. Другие группы менее разнообразны. Среди доминантов, кроме отмеченных выше на разных станциях и в разные сроки преобладали еще 20 видов: *Isochaetides newaensis*, *Tubifex tubifex*, *Euglesa* sp., *Viviparus viviparus*, *Caenis horaria*, *Cladotanytarsus mancus*, *Paratanytarsus confusus*, *Rheotanytarsus* sp., *Chironomus plumosus*, *Dicrotendipes nervosus*, *Endochironomus albipennis*, *Glyptotendipes paripes*, *Microtendipes pedellus*, *Polypedilum bicrenatum*, *P. exectum*, *P. nubeculosum*, *P. sordens*, *Stictochironomus crassiforceps*, *Cricotopus* sp. и *Prodiamesa olivacea*. Группы, являющиеся индикаторами чистых вод, такие как поденки и ручейники обнаружены только в верховье р. Сторожиловки и р. Каменки. Максимальное количественное развитие зообентоса отмечается в системе в истоке р. Каменка в сентябре (рис. 3). Эти величины и максимальная деструкция зообентосов спровоцированы в этом створе поступлением автохтонной озерной органики.

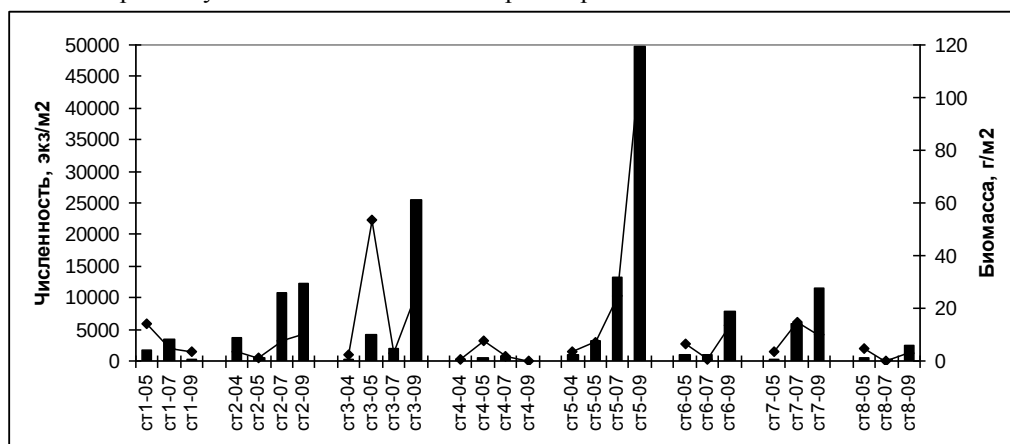


Рис. 3. Изменения численности и биомассы зообентоса в системе Нижнего Суздальского в 2013 г. Примечания: ст1 — верховье р. Сторожиловка, ст2 — устье р. Сторожиловка, ст3 и ст4 — заросший залив и центр оз. Н. Суздальского, ст5 — исток р. Каменки, ст6 — среднее течение р. Каменки, ст7 — вдхр. Шуваловский карьер, ст8 — нижнее течение р. Каменки; 04, 05, 07 и 09 — данные за апрель, май, июль и сентябрь.

В этой водной системе отмечен рост индекса разнообразия вниз по течению, за исключением устья р. Сторожиловки и Шуваловского карьера, которые существенно загрязнены. По различным показателям зообентоса остальные воды системы характеризуются, как условно чистые, или слабозагрязненные (табл. 1). Наименьшая деструкционная активность зообентоса связана с вероятным токсичным загрязнением системы, что также подтверждается высокой встречаемостью до 67% личинок ряда видов хирономид.

На зообентос, безусловно, влияют природные особенности каждой из изученных систем. В частности, более высокая цветность воды р. Охта, по-видимому, приводит к меньшему видовому богатству. Расхождение списков связано также с различной минерализацией вод. Сходство же состава зообентоса связано с формированием условий под антропогенным влиянием, которые представлены практически одинаковым комплексом различных загрязнений во всех системах. Тем не менее, различные возможности природной буферности среды приводят к несинхронным ответам бентосных сообществ. Это проявляется в несовпадении сезонной динамики количественных показателей и существенном изменении структуры и состава зообентоса, которые проявляются в нестабильности его биоиндикационных показателей.

Результаты сезонных исследований зообентоса трех озерно-речных систем Санкт-Петербурга в 2013 г. подтвердили ранее отмеченные нами тенденции снижения процессов естественного самоочищения данных водных экосистем, что связано с влиянием комплексного токсического загрязнения антропогенной природы (Беляков и др., 2013). В условиях комплексного антропогенного воздействия в зонах мегаполисов традиционные оценки загрязненности рек по показателям зообентоса необходимо дополнять характеристиками, которые иллюстрируют токсичные воздействия — оценки деструкционной активности зообентоса и доля особей донных беспозвоночных с морфологическими отклонениями.

Список литературы

- Беляков В.П., Сотников И.В., Бажора А.И. Характеристика зообентоса трех озерно-речных систем Санкт-Петербурга в связи с уровнем их антропогенной нагрузки // Нерешенные проблемы климатологии и экологии мегаполисов. Мат. междунауч. конференции «Экология большого города». 20 марта 2013 г., Санкт-Петербург. СПб, 2013. С. 22–26.
- Игнатьева Н.В., Беляков В.П., Загребин А.О. и др. Комплексная оценка экологического состояния городских водоемов при антропогенном воздействии // Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем. II. Мат. междунар. конф. 10–14 октября 2011г., СПб. Изд-во «Любавич», 2011. С. 59–67.

УДК 574.587 (282.249)

МАКРОБЕНТОС МАЛЫХ РЕК РАВНИННОЙ СЕРБИИ

М. С. Бизин¹, М. В. Чертопруд²

Кафедра гидробиологии МГУ им. М.В. Ломоносова

119992 Москва, Воробьевы горы, Биофак МГУ, E-mail: microtus@list.ru¹, lymnaea@yandex.ru

На оригинальном материале описаны реофильные сообщества макрозообентоса Республики Сербия в равнинной и предгорной зоне к югу от Белграда. Выделено девять типов этих сообществ, указаны их доминирующие и характерные виды, биотопическая приуроченность и аналогичные сообщества в других регионах. Выявлен экзотический тип сообществ, связанный с доминированием интродуцированной двустворки *Corbicula fluminea*. Обсуждается региональная специфика реофильных сообществ, связанная с местным климатом и зоогеографическим положением.

Ключевые слова: Сербия, малые водотоки, макробентос, сообщества.

On the original data described the rheophilic macrozoobenthos communities of the Republic of Serbia on plain and foothill zone south of Belgrade. Allocated nine types of these communities, listed their dominant and characteristic species, biotopical distribution and similar communities in other regions. Identified exotic community type associated with the domination of the introduced bivalve *Corbicula fluminea* (Asian Clam). Discusses regional specificity rheophilous communities associated with the local climate and zoogeographic position.

Keywords: Serbia, streams, macrobenthos, communities.

Балканы представляют большой интерес в смысле изучения фауны и экологии сообществ пресноводного макробентоса. Этот регион, расположенный в Южной Европе, мало затрагивался последним оледенением, здесь сохранился ряд реликтовых форм. Рельеф полуострова также разнообразен — равнины на сравнительно небольшом протяжении плавно переходят в горы, которые разрезаны речными системами, формирующими многочисленные межгорные долины. Указанные выше условия, в сочетании с мягким теплым климатом, благоприятны для развития разнообразных сообществ водных животных.

Несмотря на привлекательность региона для исследований водных сообществ, Балканы, и Сербия в частности, в целом изучены существенно хуже большинства регионов Европы. Каких-либо обобщающих работ по реофильным сообществам Сербии в доступных нам источниках обнаружить не удалось. Существует лишь несколько работ, которые касаются бентоса отдельных рек или отдельных таксонов региона. В частности, описано население макробентоса двух равнинных рек Сербии: реки Колубара, притока Савы (Miljanović, 2001) и реки Яблоница, притока Колубары (Stefanović et al., 2009), а также для сербского отрезка Дуная (Paunović et al., 2005; Martinović-Vitanović et al., 2013). Все они имеют фаунистический характер и не описывают структуру сообществ.

В своем сообщении мы сделали попытку дать описание сообществ макробентоса для малых рек на территории равнинной части Сербии. Наибольший интерес для нас представляет их региональная (балканская) специфика, для выявления которой мы старались сравнивать эти сообщества с таковыми других равнинных регионов, главным образом Подмосковья, описанными нами ранее (Чертопруд, 2011 и др.).

Материалом для данной работы послужила серия из 37 станций площадью 0.2 м² (10 подпроб скребком площадью 0.02 м²), собранных в августе 2013 г. на маршруте от г. Барич (пригород Белграда в нижнем течении р.Сава) до г. Пожега. Территория на этом участке представляет собой равнину (окраина Паннонской низменности), которая постепенно переходит в холмы и низкогорья (отроги Динарского нагорья). Район работ с севера ограничен долиной р. Сава (приток Дуная, на месте впадения стоит Белград), с долиной Западной Моравы. Из относительно крупных рек имеется также Колубара, которая впадает в Саву. Равнинная часть района в основном занята полями и довольно густо населена. На холмах и в оврагах преобладает широколиственный (чаще дубовый) лес.

Период сбора данных — конец довольно сухого и жаркого лета, когда на крупных реках наблюдалась межень, а на малых реках и ручьях нередко терялась проточность, что сопровождалось сильным прогревом воды, заилением и местами даже замором (например, в Колубаре отмечено много свежих трупов беззубок). Соответственно, описываемые нами сообщества представлены в обедненном летнем варианте, в котором

отсутствуют многие группы насекомых с осенне-зимними личинками. С другой стороны, меженный уровень воды обеспечил доступность на малой глубине практически всех участков речного дна.

Помимо собственно малых водотоков, в сообщество также включены пробы, собранные в более крупных реках Саве, Колубаре и Западной Мораве. Собранный материал определен до уровня вида, при наличии соответствующей литературы, или до рода; представителей Chironomidae и Simuliidae учитывали на уровне семейства. Выделение типов сообществ проведено на основе комплексов совместно встречающихся массовых видов.

Результаты. В общей сложности найдено 114 таксонов макробентоса, из которых 83 составляют насекомые, 18 — моллюски и 7 — высшие ракообразные. Выделено девять типов сообществ с различными комплексами доминирующих видов, более или менее четко приуроченных к отдельным донным биотопам. Ниже представлено их краткое описание в порядке убывания встречаемости.

1. Сообщество *Gammarus*. Сообщество развито в небольших ручьях, обычно протекавших в оврагах с широколиственным лесом. Многие из этих водотоков на момент исследования представляли серию луж, другие сохраняли слабое течение, некоторые питались за счет близлежащего родника. Соответственно, летняя температура воды варьировала в довольно широких пределах — примерно от 15 до 26°C. Дно подобных водотоков по большей части покрыто опавшими листьями, перемежающимися с участками песка или мелких камней.

Характерной особенностью сообщества является высокое обилие и резкое доминирование гаммарусов, главным образом *Gammarus fossarum*, в комплексе с ним или вместо него встречаются также *G. roeseli*, *G. balcanicus*, *G. komareki*.

Помимо гаммарусов, в таких сообществах обнаружен довольно разнообразный комплекс видов. Большого разнообразия и обилия достигают двукрылые. В сообществе они представлены *Pedicia*, *Tipula*, *Oxycera*, *Ptychoptera*, *Chrysops* и многочисленными Chironomidae. Помимо этих бентосных форм в местах со слабым течением и в лужах, оставшихся на месте ручья, обильны Culicidae (*Culex martinii*, *Anopheles claviger*). Характерны стрекозы *Somatochlora metallica*, *Calopteryx virgo* и *Cordulegaster boltonii*, поденки *Ephemera glaucops*, *Electrogena affinis*, *Baetis rhodani*, *Habrophlebia fusca*, *Cloeon dipterum*, ручейники *Thremma gallicum*, *Helicopsyche sperata*, *Drusus discolor*, *Plectrocnemia geniculata*, жуки *Gyrinus natator*, *Hydraena*, *Hydroporus*, клопы *Nepa cinerea*, *Hydrometra stagnorum*, вислкрылки *Sialis sordida* и изопода *Asellus aquaticus*. Среднее видовое разнообразие в пробе гораздо меньше: одни виды характерны для участков с постоянным течением, другие — для остаточных и сильно прогреваемых луж, но везде доминируют бокоплавы *Gammarus*.

Сообщество соответствует типу **гаммарокренали**, известному нам для Кавказа, Крыма и Новосибирской области и, видимо, широко распространенному по холмистым равнинам и низогорьям Южной Палеарктики. В каждом регионе в нем доминируют свои виды рода *Gammarus*, а комплекс сопутствующих насекомых соответствует местным биотопам.

2. Сообщество *Baetis rhodani* – *Hydropsyche* – *Perla* – *Leuctra* – *Ancylus* – *Ecdyonurus*. Сообщество формируется на каменистых перекатах малых рек и ручьев в затененных лесистых долинах между холмами. Обрастания камней развиты слабо, летняя температура воды 18–20°C, местами сохраняется прошлогодний лиственный опад.

Этот тип сообществ в наибольшей степени напоминает привычные для нас сообщества малых рек средней полосы Европейской России, поскольку здесь доминируют личинки насекомых (поденок, ручейников и веснянок). Вклад моллюсков сводится к присутствию чашечки *Ancylus orbicularis* (в Подмоскovie это *Ancylus fluviatilis*).

Поденки представляют *Baetis rhodani*, *Ecdyonurus venosus* и *E. macani*. Из ручейников массовы *Hydropsyche incognita* и *H. dinarica*, характерны виды родов *Rhyacophila*, *Silo*, *Philopotamus*, из веснянок — рода *Perla*, *Dinocras*, *Leuctra*, из жуков — *Elmis*.

Сообщество соответствует **эпиритрали** других регионов, отличаясь главным образом на уровне близкородственных видов, а от Подмоскovie — также добавлением ряда южных таксонов (в частности, веснянок сем. Perlidae). Как и характерно для эпиритрали, сообщество отличается высоким разнообразием видов и жизненных форм при отсутствии резкого доминирования.

3. Сообщество *Corbicula fluminea*. Сообщество этого типа формируется на галечных грунтах рек, в межень более или менее заиленных и располагающихся практически от уреза воды до стрежня на перекатах рек Колубара и Сава. Вода в межень прогревается до 25–30°C, течение варьирует от 0.1 до 0.5 м/с.

Для сообщества характерно резкое доминирование субтропической двустворки азиатского происхождения *Corbicula fluminea*, достигающей численности 600 экз./м². Среди остальных видов довольно многочисленны виды семейства Chironomidae и разнообразны (хотя малочисленны) брюхоногие моллюски: *Theodoxus dunabialis*, *Th. sarmaticus*, *Lithoglyphus naticoides*, *L. apertus*, *Costatella acuta*, *Esperiana esperi*, *Microcolpia daudebartii*, *Bithynia tentaculata*.

На данный момент нам не известны аналоги этого сообщества в других регионах. Двустворка *Corbicula fluminea* — азиатский элемент в европейской биоте и, видимо, его вселение приводит к аномальной перестройке некоторых сообществ.

4. Сообщество *Lithoglyphus* – *Tubifex* – *Chironomus*. Сообщество илистого грунта равнинных рек, при ослабленном течении, обычно на отмелях и в заводях. Вопреки канонам пелофильных сообществ, доминирует причерноморская гастропода *Lithoglyphus naticoides*, достигающая очень высокой плотности (от 200 до 800 экз./м²), а типичные для илистых грунтов олигохеты и хирономиды становятся субдоминантами. Встречаются также беззубка *Synanodonta woodiana*, корбикула *Corbicula fluminea*, стрекозы *Gomphus vulgatissimus*.

Сообщество относится к уже отмеченному нами для Подмосквья и Причерноморья типу *литоглифопелали*, приуроченному именно к внедрению на илистые грунты литоглифусов. На данный момент это единственное известное нам речное пелофильное сообщество с явным доминированием эпифауны.

5. Сообщество *Chironomidae – Tubificidae – Caenis*. Сообщество илистого грунта (в том числе сильно заиленной гальки) относительно крупных равнинных рек (в нашем случае — Западной Моравы), биотопически аналогичное предыдущему, но лишенное оккупации литоглифусами или корбикулами. Здесь доминируют обычные для илистых грунтов и довольно разнообразные хирономиды и тубифициды, а также поденки рода *Caenis*.

Сообщество относится к типу *зупелали*, распространенному в реках Европейской России, но отличается отсутствием двустворчатых моллюсков (даже горошинок). Возможно, это связано с повышенной сапробностью Западной Моравы, которая может приводить к заморам и элиминации донных моллюсков.

6. Сообщество *Ephemera – Chironomidae*. Сообщество песчаного грунта малых рек при незначительном заилении. Доминируют роющие поденки *Ephemera glaucops* и довольно разнообразные хирономиды, другие группы не играют заметной роли. Сообщество встречается редко, описано только для р. Тамнава. Аналогично сообществу *псаммоэпинелали* других регионов, но также отличается отсутствием двустворчатых моллюсков.

7. Сообщество *Tubifex – Chironomidae – Costatella acuta*. Описано для малой полисапробной р. Белица в долине Западной Моравы, несущей стоки крупного сельскохозяйственного комплекса. Занимает в этом водотоке практически все субстраты: ил, заиленную гальку, заиленную траву и заиленный песок. Маловидовое, но имеет высокую численность (за счет мелких тубифицид). Соответствует сообществам *санпропелали* других регионов, характерным для водотоков с высокой антропогенной нагрузкой.

8. Сообщество *Cloeon dipterum – Asellus aquaticus – Plathycnemis – Calopteryx*. Развивается на береговых зарослях водных растений, свисающих в воду корнями и ветках различных равнинных рек, часто в заводях при слабом или отсутствующем течении. Доминируют плавающие поденки, изопода *Asellus aquaticus* и равнокрылые стрекозы. Из других групп встречаются жуки *Hydrochara caraboides*, *Halipilus*, *Anacaena*, *Peltodytes*, *Limnebius*, *Hydaticus*, *Enochrus*, стрекозы *Gomphus vulgatissimus*, *Libellula depressa*, клопы *Notonecta*, *Ranatra linearis* и *Sigara*, пиявки *Erpodella* и *Glossiphonia*, гастроподы родов *Bithynia* и *Viviparus*.

Сообщество соответствует *зурпалали* Подмосквья и других регионов, повсеместно характерной для береговой кромки рек. Географическая специфика в данном случае практически не выражена. Интересно, что рипальная структура сообщества характерна здесь и для большинства зарослей макрофитов, а типичные фитальные сообщества (с доминированием легочных брюхоногих моллюсков) вообще не были нами обнаружены.

9. Сообщество *Caenis – Ecdyonurus – Chironomidae – Gomphidae – Paraleptophlebia*. Формируется на заиленном галечном грунте малых рек при замедленном течении, обычно населяя прибрежные отмели. Видовой состав довольно разнообразен: только гомфид встречается три вида (*Gomphus vulgatissimus*, *Ophiogomphus cecilia*, *Onychogomphus forcipatus*), а доминирование выражено слабо. Сообщество аналогично *псефорипали* других регионов, но здесь оттеснено в малые и главным образом предгорные водотоки в силу оккупации корбикулой галечных грунтов крупных рек.

Обсуждение. Большинство выявленных в равнинной Сербии сообществ (восемь из девяти) имеют близкие аналоги в других регионах, в частности — в Центре Европейской России. При этом региональные отличия этих сообществ сводятся к замещению части видов на близкородственные. Число этих замещений довольно велико для ритральных и кренальных сообществ и мало для пелофильных, фитальных и рипальных. Это явление явно имеет зоогеографическую природу: ритральная и кренальная фауна Балкан (как и всей Западной Европы) сохранила третичные элементы, гораздо богаче постгляциальной фауны Восточной Европы, и резко отличается от фауны Закавказья (Чертопруд, 2010). Напротив, пелофильные таксоны, хорошо расселяющиеся по равнинам, образуют практически единую фауну по всей Западной Палеарктике. Кроме того, для региона характерны элементы фауны Причерноморья, приуроченных к крупным теплым рекам — это гастроподы семейств *Neritidae* (*Theodoxus*), *Lithoglyphidae* (*Lithoglyphus*) и *Melanopsidae*. Их присутствие также несколько модифицирует сообщества.

Единственное специфическое сообщество региона связано с доминированием интродуцированной, вероятно, из Китая субтропической двустворки *Corbicula fluminea*. В отличие от всех аборигенных двустворок, корбикула в массе заселяет галечные грунты рек, полностью преобразуя сообщества псефоритрала и псефорипали (и без того имеющие довольно неустойчивую видовую структуру).

С другой стороны, общее разнообразие равнинных реофильных сообществ региона (9 типов) довольно низко (для Центра Европейской России их описано до 40). Отчасти это связано с небольшим объемом имеющихся у нас данных, но явно отражает и объективные особенности региона — при жарком и засушливом летнем периоде большинство малых равнинных водотоков теряют проточность и перегреваются, а их сообщества — деградируют, что и приводит к выпаданию (или редкости) многих типов. Особенно это касается сообществ кренали и ритрала, укомплектованных относительно оксифильными и холодноводными организмами. Насколько нам известно, распространенность и разнообразие кренальных и ритральных сообществ резко возрастают в горной части Балкан, но их рассмотрение выходит за рамки настоящей работы.

Список литературы

Чертопруд М.В. Биогеографическое районирование пресных вод Евразии по фауне макробентоса // Журн. общ. биологии. 2010. Т. 71. № 2. С. 144–162.

- Черномырдин М.В. Разнообразие и классификация реофильных сообществ макробентоса средней полосы Европейской России // Журн. общ. биологии. 2011. Т. 72. № 1. С. 51–73.
- Martinović-Vitanović V., Raković M., Popović N., Kalafatić V. Qualitative study of Mollusca communities in the Serbian Danube stretch (river km 1260–863) // Biologia. 2013. V. 68. № 1. P. 112–130.
- Miljanović B. Macrozoobentos reka Kolubare, Obnice i Jablanice // Belgrade: Zadažbine Andrejević. 2001. 88 p.
- Paunović M., Simić V., Jakovčević D., Stoyanović B. Results of investigating the macroinvertebrate community of the Danube River on the sector upstream from the Iron Gate (KM 1073–1081) // Arch. Biol. Sci. V. 57. № 1. P. 57–63.
- Stefanović K., Nolić V., Tubić B., Tomović J., Atanakić A., Simić V., Paunović M. Aquatic macroinvertebrates of the Jablanica river, Serbia // Arch. Biol. Sci. 2009. V. 64. № 4. P. 787–794.

УДК 574.587

МАКРОЗООБЕНТОС Р. ТЕЛИ (СЕЛЕНГИНСКИЙ РАЙОН РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ) В 2012–2013 ГГ.

Е. А. Бобкова, В. Н. Носкова

Байкальский филиал ФГУП «Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства»,
г. Улан-Удэ, ул. Хахалова, 4 «б», bf-grc@yandex.ru

В статье приведены данные по видовому составу и количественным характеристикам макрозообентоса р. Тели. Проведено сравнение характеристик развития зообентоса в районе золошлакоотвалов Гусиноозерской ГРЭС, на фоновой станции и в устье реки. Дана оценка качества вод р. Тели.

Ключевые слова: макрозообентос, река Тели, золошлакоотвал.

The article presents the data on the species composition and quantitative characteristics of macrozoobenthos in the river Teli. Is given a comparison of characteristics of the development of the zoobenthos in the area of Gusinozerskaya GRES ash-and-slag dumps, on the background station and at the mouth of the river. The assessment of quality of water in the river Teli is given.

Keywords: macrozoobenthos, river Teli, ash-and-slag dump.

Река Тели — правый рукав р. Загустай длиной около 9 км, являющийся каналом, берега которого переработаны за счет русловых процессов и который перехватывает сток руч. Тобхор. Ручей Тобхор, берущий начало на высоте около 1,1 км в отрогах Хамбинского хребта, в настоящее время в нижнем течении фактически теряется в районе отстойников золошлакоотвалов (ЗШО) Гусиноозерской ГРЭС. Река (протока) Тели с юго-востока огибает карты золоотвалов Гусиноозерской ГРЭС. В районе золоотвалов через коллекторный канал в протоку фильтруются дренажные воды, выносимые из шламовой пульпы.

По характеру водного режима реки района относятся к группе водотоков, на которых сток дождевых паводков преобладает над стоком половодья. Весеннее половодье на реках начинается во второй декаде апреля, заканчивается в середине июня. Сток талых вод в годовом объеме составляет 15–25%. Величина стока дождевых паводков достигает 60–65%. За период летне-осенней межени проходит 6–15% годового стока, за зимний период — 3–6% (Борисенко и др., 1994).

Средняя глубина водотока в верхнем течении составляет 0,3 м, на нижней границе ЗШО — 0,4 м, в устье реки — 1 м. Средняя ширина реки на верхнем участке — 4 м, ниже сброса — 3 м, в устье — 20–30 м. Скорость течения реки в мае на фоновом участке и в зоне влияния ЗШО составляла 0,6–0,7 м/с, в летний период — 0,35–0,4 м/с.

Грунты русла в верхнем течении р. Тели каменисто-галечные и галечные с песчаным заполнителем, в среднем течении на участке ниже отстойников ЗШО грунты русла галечно-песчаные с камнями. В устье грунты представлены заиленным песком с камнями, местами заросшие.

Исследование макрозообентоса р. Тели проводилось в мае–сентябре 2012–2013 гг. с целью оценки воздействия фильтрационных вод золошлакоотвалов Гусиноозерской ГРЭС на экологическое состояние реки.

В целом за период исследований в 2012–2013 гг. было отобрано 30 проб зообентоса на 3 станциях: ст. 1 — фоновая (в 1 км выше ЗШО), ст. 2 — зона воздействия (500 м ниже ЗШО) и ст. 3 — устье р. Тели.

Видовой состав: за период исследований в 2013 г. на р. Тели было встречено 38 видов донных беспозвоночных, относящихся к 9 систематическим группам: гаммариды, личинки веснянок, поденок и ручейников, личинки хирономид и других двукрылых, а также моллюски, пиявки и олигохеты. В 2012 г. видовой состав зообентоса был менее богат и включал 20 видов. Расширение видового разнообразия произошло за счет большего числа видов ручейников, поденок, веснянок, хирономид и других двукрылых.

Наибольшее число видов было отмечено на фоновом участке реки (ст. 1) — 25 видов, тогда как на ст. 2 (зона влияния ЗШО) было встречено 19 видов.

На фоновом участке с каменисто-галечным грунтом (ст. 1) бентофауна качественно была богата оксифильными и псаммофильными формами бентоса. Наиболее разнообразны были личинки двукрылых, представленные 4 семействами (Chironomidae, Empididae, Dolichopodidae, Psychodidae). Семейство Chironomidae было представлено 10 видами, из них наиболее массовыми были *Cryptochironomus* gr. *vulneratus*, *Stictochironomus* *crassiforceps*, *Polypedium* sp.

Веснянки на ст. 1 были представлены 2 семействами (Perlodidae, Cloroperlidae), поденки — 5 семействами (Baetidae, Siphonuridae, Leptophebiidae, Ephemeridae, Heptageniidae). Также были отмечены пиявки, ручейники, олигохеты. На ст. 2 в июле–сентябре отмечались обрастания на камнях и нитчатка. Видовой состав зообентоса на каменисто-галечном грунте на этой станции включал: 3 семейства двукрылых (Limoniidae, Athericidae и Chironomidae), 2 семейства поденок, 3 семейства веснянок, 2 семейства ручейников, а также 2 рода брю-

хоногих моллюсков, гаммариды и олигохеты. Хиرونимиды были представлены 5 видами — *Ablasmyia* gr. *monilus*, *Cryptochironomus* gr. *viridulus*, *Cryptochironomus* sp., *Polypedilum* sp., *Stictochironomus crassiforceps*.

Отмеченные на станциях 1 и 2 личинки хириноид рода *Cryptochironomus* характерны для биотопов ила, ила с примесью песка и слегка заиленного песка в сублиторали крупных эвтрофных озер и водохранилищах. Личинки хириноид рода *Stictochironomus crassiforceps* обычно живут в озерах и водохранилищах на песчаных, слегка заиленных грунтах на различных глубинах. Личинки рода *Polypedilum* в основном предпочитают песчаную литораль озер. Хириноиды рода *Ablasmyia* gr. *monilus* являются обитателями растительности стоячих и проточных водоемов. В устье р. Тели (ст. 3) из гаммарид был встречен экологически пластичный *Micruropus wohlii*. Хириноиды были представлены 7 видами, личинок других двукрылых не было отмечено. Также присутствовали 2 рода брюхоногих моллюсков (*Lymnea* sp. и *Anisus* sp.), поденки рода *Ephemerella* sp., пиявки рода *Erpobdella*, олигохеты. Ручейников на данной станции обнаружено не было.

Численность зообентоса на исследованных станциях на р. Тели в 2012 г. колебалась в пределах 1610–33054 экз./м², в среднем составив 13907 экз./м². В 2013 г. общая численность зообентоса изменялась от 1572 экз./м² до 4181 экз./м², в среднем составив 2557 экз./м².

На каменисто-галечных грунтах (станции 1 и 2) средняя численность организмов зообентоса в 2012 г. составила 4334 экз./м². Доминировали поденки, составившие 47.4% от общей численности. Доля олигохет составила 24.2%, хириноид — 11.2%, личинок других двукрылых — 11.3%. В 2013 г. средняя численность на данных станциях была несколько ниже и составила 3049 экз./м². Снижение численности произошло за счет малого количества поденок на ст. 1 (4.3% от общей численности) и олигохет (7.3%). При этом возросло количество хириноид, ставших доминантами (75% от общей численности). На ст.2 в зоне воздействия ЗШО увеличилась численность брюхоногих моллюсков, их доля здесь составила 19.6% (рис. 1).

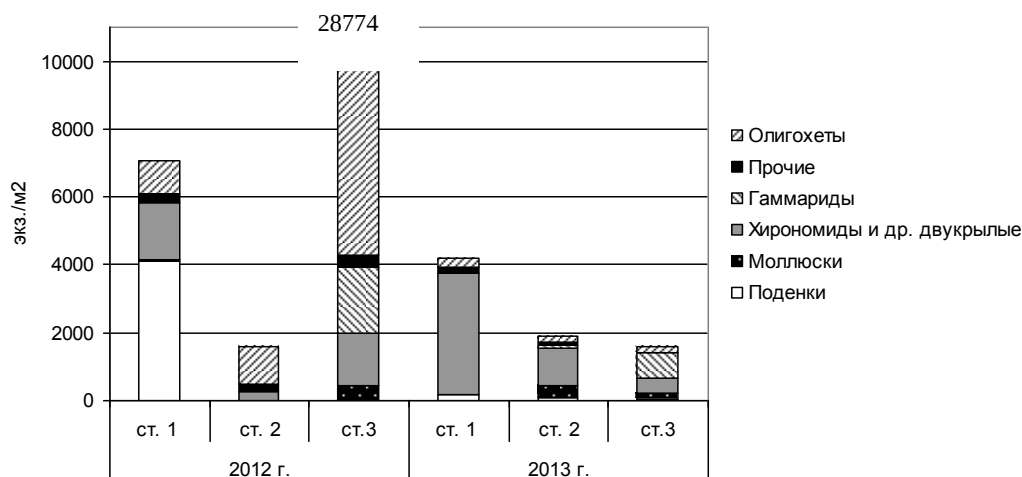


Рис. 1. Численность основных групп зообентоса (экз./м²) на различных станциях р. Тели в 2012–2013 гг.

Средний за сезон в 2013 г. показатель численности на биотопе заиленный песок (ст. 3 — устье р. Тели) составил 1572 экз./м². Преобладали гаммариды — 47%, мелкие формы личинок хириноид — 28.8%, доля моллюсков составила 10.8%, олигохет — 8.2%, поденок — 3.1%. Количественные показатели зообентоса в устье р. Тели в 2013 г. находились в пределах межгодовых колебаний для биотопа заиленных песков.

В 2012 г. на устьевой станции на илах была отмечена высокая численность организмов зообентоса (33054 экз./м²) за весь период исследований. Основу численности составляли мелкие олигохеты (87%) — обитатели илов, доля остальных организмов была невелика: гаммариды — 6%, хириноиды — 4%, моллюски — 1.3%, пиявки — 1%. Численность олигохет была выше более чем в 200 раз в абсолютных величинах и в 10 раз в процентном соотношении, тогда как изменение численности остальных групп организмов не было столь значительным. Такая вспышка численности мелких форм олигохет была связана, скорее всего, с высоким содержанием органических и биогенных веществ в илах на данном участке. Биогенные вещества могли попасть в р. Тели с пастбищ, расположенных в пойме р. Тели и р. Загустай, при их затоплении в мае–июне.

Наибольшая численность зообентоса в течение сезона 2013 г. была отмечена в июне на станции 1 за счет хириноид рода *Aspektrotanipus* sp. (рис. 2). На остальных станциях р. Тели сезонное распространение зообентоса по численности было сравнительно равномерным.

Биомасса зообентоса на станциях р. Тели в 2012 г. составляла 3.33–35.26 г/м², в среднем 17.22 г/м². В 2013 г. средняя за сезон биомасса на различных станциях колебалась от 2.44 до 7.04 г/м², в среднем составив 5.3 г/м² (рис. 3).

На ст. 1 на каменисто-галечном грунте средняя за сезон биомасса в 2012 г. составила 13.07 г/м². Ее основу составляли крупные ручейники (45% от общей биомассы), поденки (27.5%) и личинки двукрылых (16%).

В 2013 г. на данной станции основу биомассы составили крупные глоточные пиявки рода *Erpobdella* sp. (38.2%), живущие на дне различных водоемов и питающиеся мелкими червями, личинками насекомых и особенно хириноид. По сравнению с прошлым годом снизилась биомасса поденок и ручейников, в процентном

соотношении их доля в общей биомассе составила 23.8 и 10.6% соответственно. Доля хирономид и личинок других двукрылых составила 10.9% от общей биомассы.

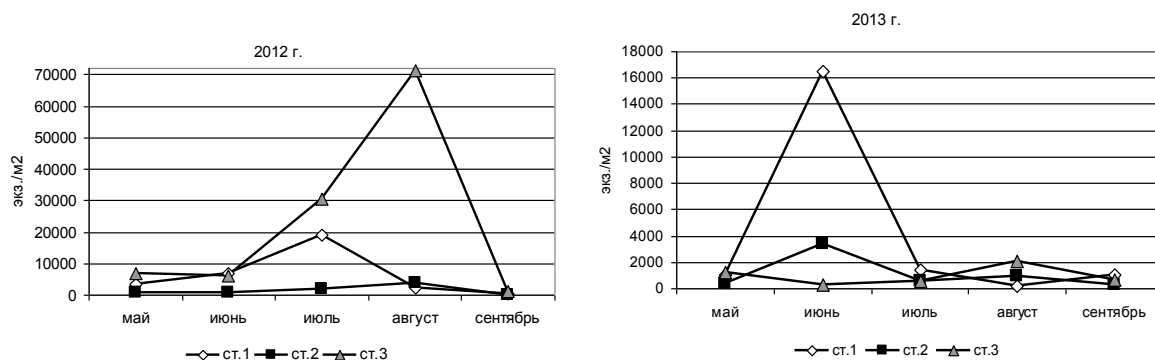


Рис. 2. Сезонная динамика изменения численности (экз./м²) в 2012–2013 гг.

На ст. 2 в районе воздействия ЗШО в 2012 г. средняя за сезон биомасса составила 3.33 г/м². Ее основу составили крупные единично встречавшиеся ручейники (52.6%) и олигохеты (37.2%), поденок в пробах отмечено не было. В 2013 г. биомасса зообентоса на данной станции увеличилась в 2 раза за счет многочисленных брюхоногих моллюсков *сем. Lymnaeidae* (рис. 3), составивших 87.5% от общей биомассы. Доля остальных организмов в общей массе была невелика: ручейники — 3.2%, поденки — 0.4%, хирономиды и личинки других двукрылых — 7.7%, олигохеты — 0.8%.

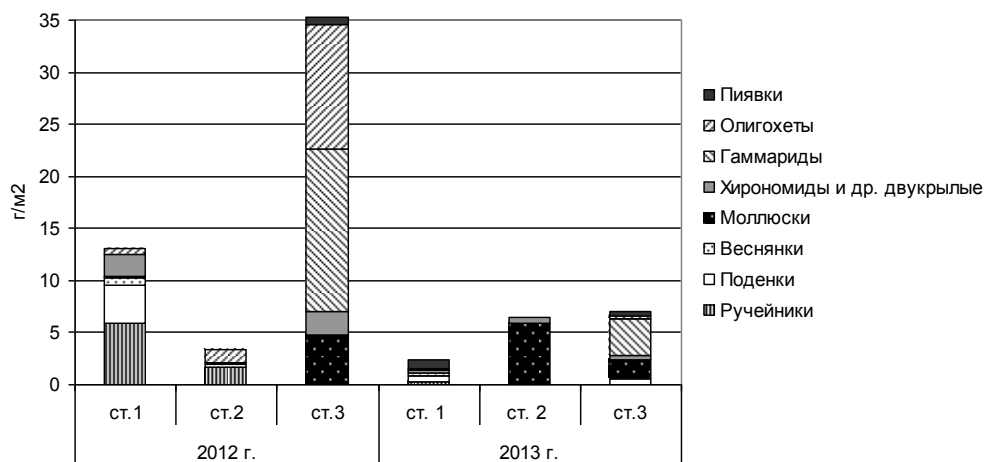


Рис. 3. Биомасса основных групп зоопланктона (г/м²) на различных станциях р. Тели в 2012–2013 гг.

На устьевой станции (ст. 3) в 2012 г. средняя за сезон биомасса зообентоса составила 35.26 г/м². Такой высокий показатель биомассы был обусловлен массовым развитием олигохет, составивших 34.2% общей биомассы, и высокой численностью гаммарид в начале сезона (44.2% биомассы на данной станции). Также заметна была роль моллюсков, составивших 13.4% общей биомассы. Доминирование гаммарид (*Micruropus wohli*) в устье р. Тели объясняется влиянием оз. Гусиное, что особенно заметно в мае (рис. 4).

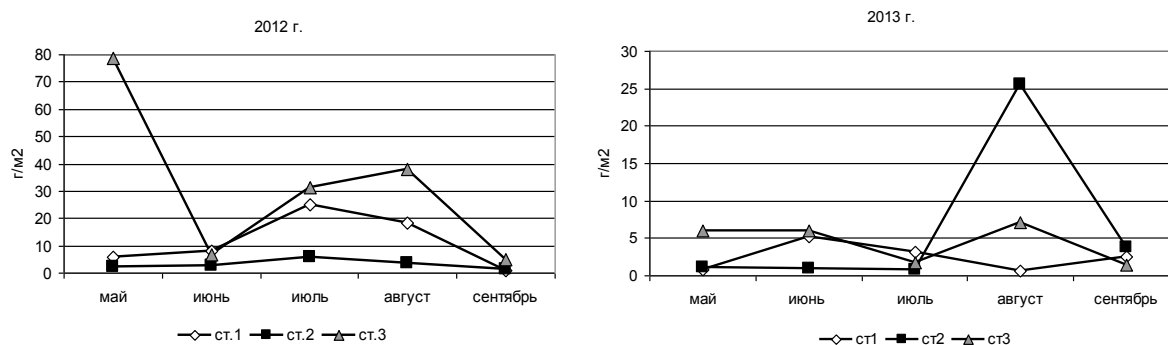


Рис. 4. Сезонная динамика биомассы (г/м²) организмов зообентоса в 2012–2013 гг.

В 2013 г. основу численности в устье р. Тели составили гаммариды (51.3% общей биомассы). Также значительную долю биомассы в устье составили многочисленные довольно крупные брюхоногие моллюски *сем. Lymnaeidae* — 25.6%. Доля доминировавших в прошлом году олигохет составила 3.7%. Общее значение биомассы зообентоса по сравнению с 2012 г. значительно уменьшилось — 35.26 г/м² в 2012 г. и 7.04 г/м² в 2013 г.

Данная биомасса более характерна для речных биотопов, чем для озерных, и несколько ниже средних многолетних значений для данного биотопа. Это связано как с характером грунтов в точке отбора проб, так и со снижением численности гаммарид и олигохет, составлявших основу биомассы на устьевой станции в 2012 г.

Выводы. В целом за два года исследований можно отметить преобладание на фоновой станции оксифильных и псаммореофильных групп зообентоса — личинок поденок, ручейников, веснянок, а также пиявок. На ст. 2, находящейся в зоне воздействия золошлакоотвалов, отмечались наиболее низкие значения численности, при этом преобладали хирономиды и олигохеты, также высока была доля крупных брюхоногих моллюсков сем. *Lymnaeidae* (прудовики, предпочитающие стоячие водоемы с обильной растительностью). В устье р. Тели отмечается развитие как речных (скатывающихся с верхних участков водотока), так и озерных видов. Количественные показатели развития зообентоса реки Тели в целом характерны для рассматриваемых биотопов.

По совокупности показателей (рассчитанные индексы сапробности, олигохетный индекс, биотический индекс по Вудивиссу) на фоновой станции воды реки Тели соответствовали I классу качества вод (условно чистые). На ст. 2 в зоне влияния золошлакоотвалов в 2012 г. воды относились к слабо загрязненным (II класс), в 2013 г. — к условно чистым.

Доминирование группы олигохет в устье р. Тели в 2012 г. охарактеризовало воды на данной станции как очень грязные, однако по остальным индексам качество вод соответствовало слабо загрязненным. Вспышка численности мелких форм олигохет в 2012 г. на данной станции, составлявших 87% от общей численности, была обусловлена высоким содержанием органических и биогенных веществ в илах на данном участке. Биогенные вещества, скорее всего, могли попасть в р. Тели с пастбищ, расположенных в пойме р. Тели и р. Загустай, при их залитии в мае-июне. В 2013 г. воды р. Тели в устье по совокупности показателей соответствовали слабо загрязненным.

Список литературы

Борисенко И.М., Пронин Н.М., Шайбонов Б.Б. и др. Экология озера Гусиное. Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 1994. 199 с.

УДК 574.587

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДНЫХ МАКРОБЕСПОЗВОНОЧНЫХ ДОНСКОГО БАССЕЙНА В СРЕДНЕМ И НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ РЕКИ ВОРОНЫ

М. Е. Буковский, И. С. Решетов

Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина,
г. Тамбов, ул. Интернациональная 33, mikezz@mail.ru, reshetov137@gmail.com

В данной статье рассматривается таксономическое разнообразие водных беспозвоночных р. Вороны на территории Тамбовской и Воронежской областей. Приведен список обнаруженных организмов, рассчитаны биотические индексы и построены дендрограммы фаунистического сходства между обследованными створами.

Ключевые слова: бентос, видовое разнообразие, водные макробеспозвоночные, таксономическое разнообразие, река.

In this article taxonomical variety of water invertebrates of the Vorona river on territories of Tambov and Voronezh regions is considered. The list of uncovered organisms is placed, biotic indexes are calculated and dendrograms of faunistic similarity between examined ranges are constructed.

Key words: benthos, specific variety, water macroinvertebrates, taxonomical variety, river.

Введение. Река Ворона является вторым по величине водотоком в Тамбовской области. Длина реки 454 км, площадь бассейна 13200 км². Начинается в Пензенской области, на протяжении 216 км протекает по восточной и юго-восточной частям Тамбовской области, затем уходит на территорию Воронежской области и впадает в реку Хопер. По течению Вороны на территории Тамбовской области расположены города Кирсанов и Уварово, райцентры Инжавино и Мучкапский, а также крупные села. Кроме того, в среднем течении р. Вороны расположен Государственный природный заповедник «Воронинский».

Водные макробеспозвоночные на территории заповедника «Воронинский» до настоящего времени специально не изучались. Тем не менее, они вносят значительный вклад в биоразнообразие водоемов и могут служить в качестве биоиндикаторов. Наши исследования таксономического разнообразия водных макробеспозвоночных в среднем и нижнем течении р. Вороны проводятся с 2010 г.

Цель нашей работы — изучение таксономического разнообразия водных макробеспозвоночных среднего и нижнего течения р. Вороны, в том числе, на территории Воронинского заповедника.

В основу настоящей статьи положены материалы, собранные в экспедиции в августе 2013 г. Всего было обследовано 7 створов. Расположение створов показано на рисунке 1. Исследования проводились на территории Гавриловского, Кирсановского, Инжавинского районов Тамбовской области и Грибановского района Воронежской области.

Створ «Пересыпкино» расположен в 1.5 км к северо-западу от д. Пересыпкино Кирсановского района. Русло реки в этом районе умеренно извилистое, чистое. Дно, в основном, суглинистое. Вода прозрачная до дна, бесцветная, без запаха. Прибрежно-водная растительность редкая, водная растительность также редкая.

Створ «Вячка» расположен в 1.5 км к северо-востоку от д. Вячка Кирсановского района. Русло на исследованном участке умеренно извилистое, относительно чистое. Дно реки песчаное. Вода прозрачная на всю глубину, бесцветная, без запаха. Прибрежно-водная растительность обильная, водная растительность также обильная.

Створ «Грициановские луга» расположен в 3 км ниже по течению реки от урочища Грициановские луга. Русло на этом участке меандрирует, река относительно чистая. Дно песчаное. Вода в реке прозрачная на всю глу-

бину, бесцветная, без запаха. Прибрежно-водная и водная растительность у правого берега обильная, у левого берега редкая.

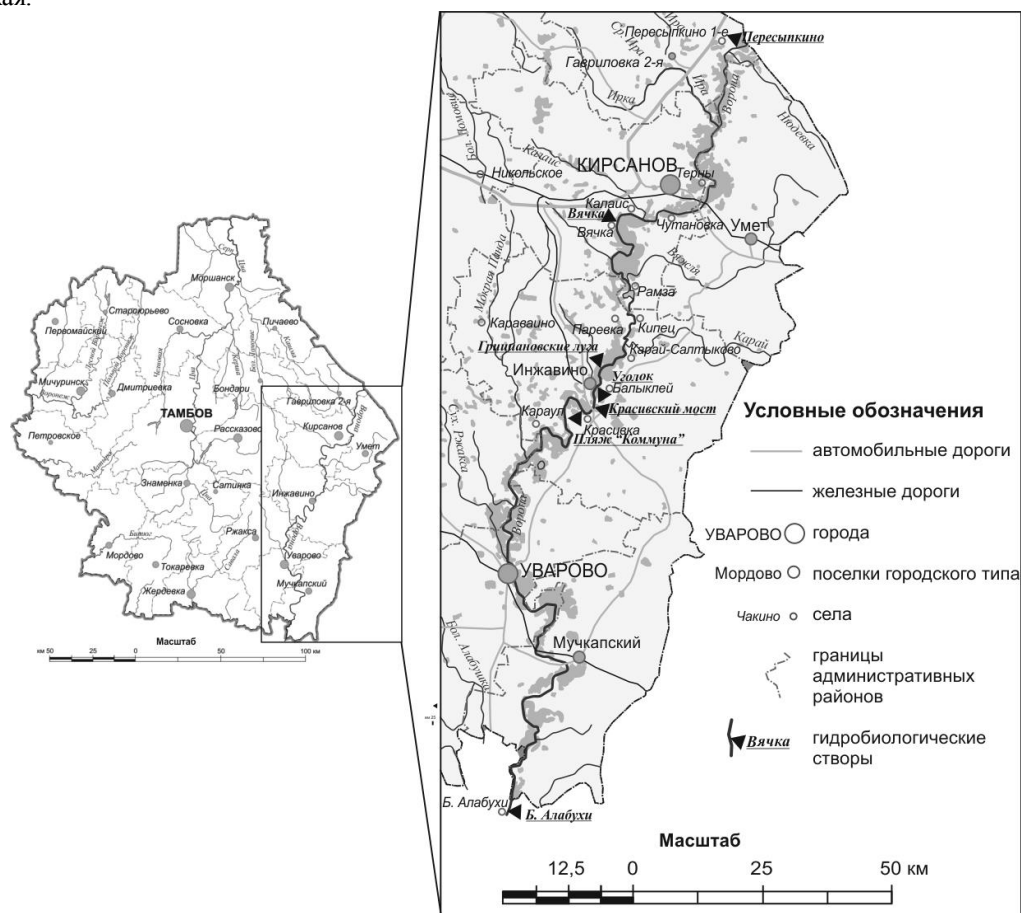


Рис. 1. Расположение исследованных створов.

Створ «Уголок» находится в 1.5 км к востоку от пгт. Инжавино. Русло в районе створа извилистое, закоряжено. Дно реки — песок с наилком. Ниже по течению находится затон. Вода прозрачная на всю глубину, бесцветная, без запаха. Прибрежно-водная растительность у правого берега обильная, у левого берега редкая, водная растительность обильная.

Створ «Красивский мост» расположен в 500 м выше по течению от моста Инжавино-Красивка. Русло реки в этом районе извилистое, встречаются коряги. Дно реки песчаное. Вода прозрачная на всю глубину, бесцветная, без запаха. Прибрежно-водная растительность по правому берегу редкая, по левому берегу обильная, водная растительность обильная.

Створ «Пляж «Коммуна» расположен в 1 км к северо-западу от с. Красивка Инжавинского района. Русло реки в районе створа сильно извилистое, в водорослях встречается мусор. Дно песчаное. Вода прозрачная на всю глубину, бесцветная, без запаха. Прибрежно-водная растительность обильная, водная растительность у правого берега обильная, у левого берега редкая.

Створ «Бол. Алабухи» расположен в 1.5 км к северо-западу от деревни Бол. Алабухи Грибановского района Воронежской области. Русло реки в этом районе умеренно извилистое, относительно чистое. Дно песчаное. Вода прозрачная на всю глубину, бесцветная, без запаха. Прибрежно-водная растительность редкая, водная растительность также редкая.

Своры «Грициановские луга» и «Уголок» расположены на территории ГПЗ «Воронинский».

Материалы и методы исследования. Отлов водных беспозвоночных из донного грунта проводился с помощью стандартной драги. На каждом створе изъятие беспозвоночных проводилось из 0.15 м³ донного грунта. Отлов водных беспозвоночных на зарослях макрофитов и в толще воды осуществлялся с помощью гидрологического сачка. Объем процеженной через сачок воды на каждом створе составлял 0.7 м³. В пределах каждого створа организмы изымались со всех доступных биотопов (береговые склоны, различные типы дна, заросли макрофитов). Количество организмов разных таксонов также учитывалось.

Пойманные водные макробеспозвоночные определялись с помощью определителя [4]. Затем определения подтверждались на кафедре гидробиологии МГУ им. М.В. Ломоносова.

Для проведения гидрометрического обследования рек использовались методики из практикума К.В. Пашканга [3]. Для оценки таксономического разнообразия сообществ мы использовали индекс Шеннона [1]. Для определения фаунистического сходства между створами применялся индекс Жаккара [2]. Индексы Шеннона и Жаккара рассчитаны на уровне семейств.

Результаты и их обсуждение. Гидрометрические характеристики р. Вороны на исследованных створах представлены в таблице 1.

Таблица 1. Гидрометрические характеристики на исследованных створах

Станция	Ширина (м)	Макс. глубина (м)	Средняя скорость течения (м/с)
Пересыпкино	31	2.1	0.30
Вячка	69	4.1	0.05
Грициановские луга	24	3.2	0.20
Уголок	33	4.9	0.10
Красивский мост	26	2.6	0.15
Пляж «Коммуна»	23	3.3	0.15
Бол. Алабухи	37	3.1	0.10

Опираясь на данные таблицы 1, можно сказать, что среди исследованных створов на одном (Пересыпкино) наблюдалось относительно сильное течение, на одном створе (Вячка) — слабое. Остальные створы по параметру средней скорости течения, в целом, сходны. Максимальная глубина реки на обследованных участках колебалась от 2.1 до 4.1 м, ширина — от 23 до 69 м.

Список найденных в ходе исследований организмов приведен в таблице 2.

Таблица 2. Водные макробеспозвоночные, найденные на исследованных створах

№	Класс	Отряд	Семейство	Род, вид
Annelida				
1.	Hirudinea	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	<i>Glossiphonia complanata</i>
2.	Oligochaeta	Haplotaxida	Tubificidae	<i>Tubifex</i> sp.
Mollusca				
3.	Gastropoda	Neritopsiformes	Neritidae	<i>Theodoxus fluviatilis</i>
4.		Rissoiiformes	Bithyniidae	<i>Bithynia tentaculata</i>
5.			Lithoglyphidae	<i>Lithoglyphus naticoides</i>
6.		Vivipariformes	Viviparidae	<i>Viviparus viviparous</i>
7.		Lymnaeiformes	Acroloxidae	<i>Acroloxus lacustris</i>
8.			Lymnaeidae	<i>Lymnaea ovata</i>
9.				<i>Lymnaea stagnalis</i>
10.			Physidae	<i>Physa adversa</i>
11.			Bulinidae	<i>Planorbarius corneus</i>
12.			Planorbidae	<i>Anisus vortex</i>
13.				<i>Gyraulus</i> sp.
14.	Bivalvia	Unioniformes	Unionidae	<i>Anodonta</i> sp.
15.				<i>Tumidiana</i> sp.
16.				<i>Unio</i> sp.
17.		Luciniformes	Sphaeriidae	<i>Rivicoliana</i> sp.
18.			Pisidiidae	<i>Pisidium amnicum</i>
Arthropoda				
19.	Crustacea	Amphipoda	Gammaridae	<i>Gammarus lacustris</i>
20.	Insecta	Odonata	Aeschnidae	<i>Anax imperator</i>
21.			Calopterygidae	<i>Calopteryx splendens</i>
22.			Corduliidae	<i>Cordulia aenea</i>
23.			Coenagrionidae	<i>Erythromma najas</i>
24.			Gomphidae	<i>Gomphus vulgatissimus</i>
25.			Platycnemididae	<i>Platycnemis pennipes</i>
26.		Ephemeroptera	Baetidae	<i>Cloeon dipterum</i>
27.			Heptageniidae	<i>Heptagenia flava</i>
28.		Hemiptera	Aphelocheiridae	<i>Aphelocheirus aestivalis</i>
29.			Corixidae	<i>Cymatia coleoptrata</i>
30.			Naucoridae	<i>Ilyocoris cimicoides</i>
31.			Nepidae	<i>Nepa cinerea</i>
32.			Pleidae	<i>Plea minutissima</i>
33.		Coleoptera	Dytiscidae	<i>Dytiscus</i> sp.
34.				<i>Laccophilus hyalinus</i>
35.			Haliplidae	<i>Haliplus</i> sp.
36.			Hydrophilidae	<i>Enochrus</i> sp.
37.			Chrysomelidae	<i>Galerucella nymphaea</i>
38.		Diptera	Chironomidae	
39.			Culicidae	<i>Anopheles</i> sp.
40.			Limoniidae	<i>Hexatoma</i> sp.
41.			Tabanidae	<i>Tabanus cordiger</i>
42.		Lepidoptera	Pyraustidae	

Из таблицы 2 следует, что всего на исследованном участке обнаружено 42 таксона водных макробеспозвоночных, относящихся к 6 классам и 37 семействам. Наибольшим разнообразием отличались классы Insecta (23 таксона) и Gastropoda (11 таксонов). Класс Bivalvia включал в себя 5 таксонов, а классы Hirudinea, Oligochaeta и Crustacea содержали по 1 найденному таксону водных макробеспозвоночных.

Крайне важным биологическим и экологическим показателем территории является биологическое разнообразие населяющих её организмов. Оценку таксономического разнообразия водных макробеспозвоночных мы провели с помощью индекса Шеннона.

Значения индекса Шеннона представлены на рисунке 2.

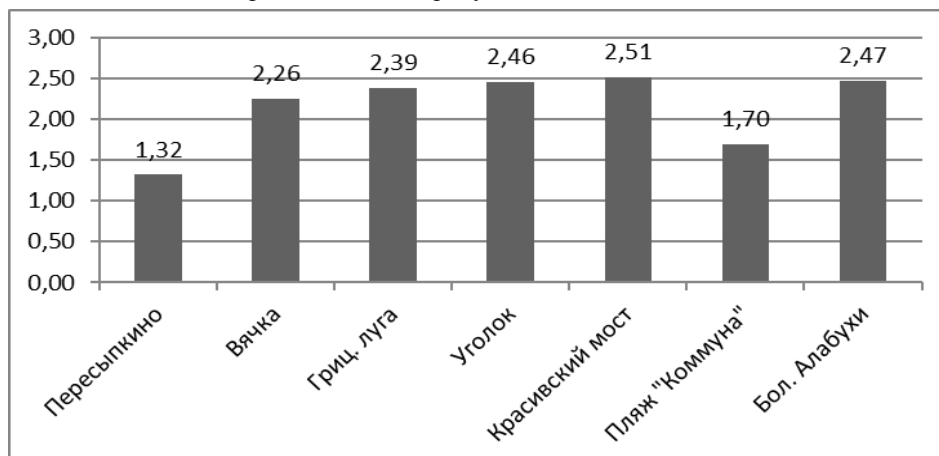


Рис. 2. Значение индекса Шеннона на исследованных створах.

Из рисунка 2 видно, что индекс Шеннона колеблется в пределах от 1.32 до 2.51. Наибольшие значения индекса наблюдаются на створах, «Уголок», «Красивский мост» и «Б. Алабухи». Наименьшим видовым разнообразием отличается створ «Пересыпкино».

Фаунистическое сходство между створами было рассчитано с помощью индекса Жаккара. Результаты представлены в виде дендрограммы на рисунке 3.

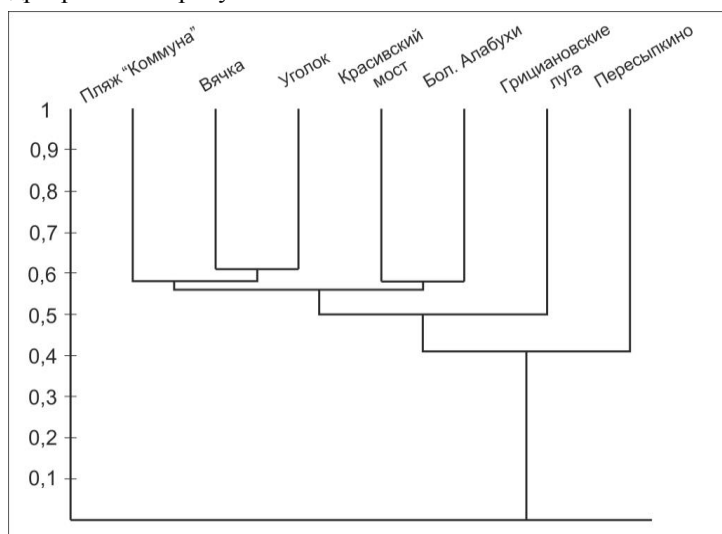


Рис. 3. Дендрограмма сходства сообществ водных макробеспозвоночных на исследованных створах.

Рисунок 3 показывает, что наиболее сходными по таксономическому составу являются створы «Вячка» и «Уголок» (сходство на уровне 0.61). Весьма схожи с ними остальные створы (сходство на уровне 0.5 и выше). Выбивается из общего ряда лишь створ Пересыпкино. Наиболее сходен он со створами «Грициановские луга» и «Б. Алабухи» (сходство на уровне 0.41).

Выводы. Обобщая полученные результаты, можно сказать, что нами исследованы весьма разнообразные в гидрологическом отношении участки среднего и нижнего течения р. Вороны. В ходе исследования обнаружены организмы, относящиеся к 37 семействам. Таксономическое разнообразие варьирует от створа к створу в весьма широких пределах. Таксономический состав найденных организмов весьма сходен на всех створах, за исключением створа «Пересыпкино».

Список литературы

1. География и мониторинг биоразнообразия. М: НУМЦ 2002 432 с.
2. Николайкин Н.И, Николайкина Н.Е, Мелехова О.П. Экология. 2004 3-е изд. 624 с.
3. Пашканг К.В. Практикум по общему землеведению. М.: Высшая школа, 1982. 224 с.
4. Чертопруд М.В. Чертопруд Е.С. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод европейской России. М., 2005. 184 с.

ЗООПЛАНКТОН РЕК ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

В. А. Бурдова, Т. Г. Стойко

Пензенский государственный университет, Россия, 440026, г. Пенза, ул. Красная, 40, e-mail: Viktoriya0606@mail.ru

На территории Пензенской области в реках обнаружено 186 видов и подвидов зоопланктонных организмов. Качественно в пробах преобладают коловратки (59%) над ветвистоусыми и веслоногими раками. Среди них больше эврибионтных видов.

Ключевые слова: зоопланктонные сообщества, водотоки, частота встречаемости.

186 species and subspecies of zooplankton are founded in the rivers of Penza region. Rotifers are dominating over cladocerans and copepods on species composition (59%). Eurybiontic species are prevailing among of rotifers.

Keywords: zooplankton communities, water streams, frequency of occurrence.

Территория области расположена в лесостепной правобережной части среднего Поволжья, на западном склоне Приволжской возвышенности, междуречном Волго-Донском пространстве, в бассейнах верхнего течения рек Суры, Хопра, Мокши и их притоков (Ивушкин и др., 1993). Зоопланктон водотоков исследовали многие авторы. По данным А.М. Бузаковой за период 1969–1975 гг. в верхнем течении р. Суры обнаружено 40 видов зоопланктеров: коловраток — 34, ветвистоусых — 2, веслоногих раков — 4 (Бузакова, 1978). При этом коловратки доминировали качественно (85%) и количественно (66–100%). Через двадцать лет в составе зоопланктона Суры и притоков (Труев, Тешнярь, Кадада, Юловка, Уза и Инза) зафиксировано 105 видов: коловраток — 56, ветвистоусых — 34 и веслоногих раков — 15 (Милованова, 2000). С 2010 г. исследования зоопланктонных сообществ возобновились: они изучены в малых реках бассейнов Суры, Хопра и Мокши (Стойко и др., 2012; Митрофанова, Стойко, 2013; Бурдова и др., 2014).

Цель данной работы — обобщить данные по фауне зоопланктонных сообществ малых и средних рек Пензенской области.

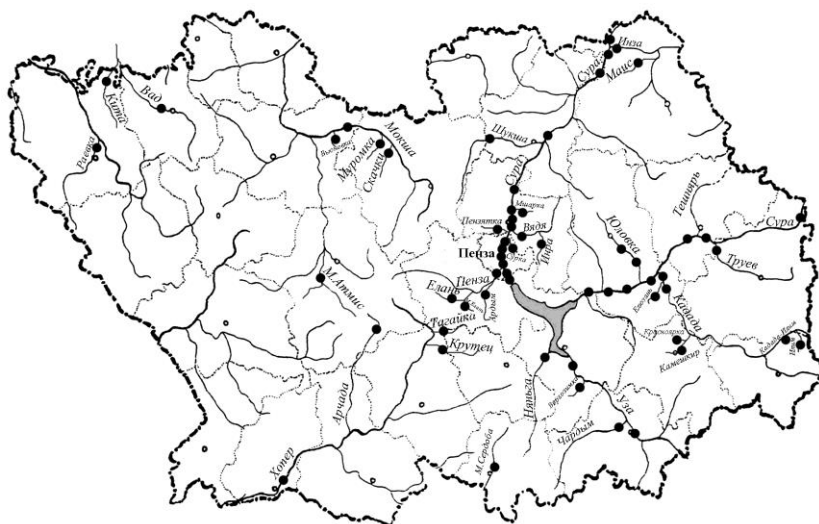


Рис. 1. Станции взятия проб зоопланктонных сообществ на средних и малых реках Пензенской области.

Впервые инвентаризацию фауны зоопланктонных организмов пензенских водных экосистем проводили десять лет назад (Стойко, Мазей, 2005). В реках было обнаружено 145 видов зоопланктонных организмов: 89 — коловраток, 38 — ветвистоусых и 18 — веслоногих раков. В настоящем исследовании использован материал из банка данных кафедры зоологии и экологии за 20 лет. В каждой из рек пробы взяты у берега на глубине до 50 см с использованием сети Апштейна и обработаны по стандартным гидробиологическим методам. Организмы зоопланктона идентифицировали до вида (Определитель ..., 1977, 2010; Стойко, Мазей,

2006 и др.). Число особей каждого вида животных подсчитывали в камере Богорова. Всего проанализированы данные 264 проб со станций, которые отмечены на карте (рис. 1).

На р. Суре станции отбора проб в основном располагались после населенных пунктов и впадения притоков (у с. Явлейки, ниже впадения р. Труев, р. Тешнярь, р. Кадады, выше и ниже р. п. Сурск, ниже плотины Сурского водохранилища, до впадения р. Пензы, вблизи подвесного моста в г. Пензе, выше плотины ТЭЦ-1, ниже выпуска ГОСК г. Пенза, ниже с. Бессоновка, с. Грабово, р. п. Лунино, с. Ильмино, ниже впадения р. Инзы). В притоках р. Суры пробы взяты недалеко от устьев рек Труев, Тешнярь, Кадада и ее притоках — Илим, Камешкир, Красноярка, Елюзань, Кадада-Илим (недалеко от с. Дворики, в с. Бикмурзино), р. Юловка (с. Архангельское), р. Уза (с. Шемышейка, недалеко от с. Лопатино) и ее притоках — Чардым, Верхозимка и Няньга, реках Пенза, Ардым, Елань (около с. Большая Елань), Малая Елань (около с. Надеждино), Пензятка (недалеко от н.п. Ермоловка), Вядя (до Светлополянского пруда и после плотины), Инра (выше и ниже с. Чемодановки), р. Шукша (недалеко от с. Суворово), Инза (50 м выше устья). В бассейне Мокши станции отбора проб находились в реках Скачки, Муромка, Малый Атмис (около д. Ключище), Вьюновка (недалеко от с. Голицино), Раевка, Вад, Кита. В Бассейне р. Хопер пробы взяты в реках Хопер (около р.п. Беково), Тагайка (около с. Тагайка), Крутец (около с. Крутец), Арчада, Малая Сердоба.

Для анализа некоторых структурных параметров сообществ зоопланктона все исследуемые реки в данной работе разделены на семь групп: притоки верхней части р. Сура; р. Сура выше г. Пензы; в черте города и ниже города; притоки нижней части р. Суры; р. Мокша с притоками и р. Хопер с притоками.

За исследуемый период в реках обнаружено 186 таксономических единиц зоопланктонных организмов. Из них 110 видов и подвидов коловраток — *Anuraeopsis fissa* (Gosse, 1851), *Asplanchna priodonta* (Gosse, 1850), *A. sieboldi* (Leydig, 1854), *Asplanchnopus multiceps* (Schränk, 1793), **Brachionus angularis* (Gosse, 1851), *B. a. aestivus* (Skorikov, 1914), *B. a. bidens* (Plate, 1886), *B. bennini* (Leissling, 1924), *B. bidentata* Anderson 1889, *B. budapestinensis* (Daday, 1885), *B. calyciflorus* (Pallas, 1776), *B. c. amphiceros* (Ehrenberg, 1838), *B. c. anuraeiformis* (Brehm, 1909), *B. c. dorcas* (Gosse, 1851), *B. c. spinosus* (Wierzejski, 1891), *B. diversicornis* (Daday, 1883), **B. quadridentatus* (Hermann, 1783), *B. q. ancylognathus* (Schmardf, 1859), *B. q. brevispinus* (Ehrenberg, 1832), **B. q. cluniorbicularis* (Skorikov, 1894), *B. q. melheni* (Barrois et Daday, 1894), *B. leydigii* (Cohn, 1862), *B. l. quadratus* (Rousselet, 1889), *B. l. rotundus* (Rousselet, 1907), *B. l. tridentatus* (Zernov, 1901), *B. nilsoni* (Ahlstrom, 1940), *B. urceus* (Linnaeus, 1758), *B. plicatilis* Müller, 1786, *B. p. longicornis* Fadeev, 1925, **Cephalodella gibba* (Ehrenberg, 1832), *C. ventripes* (Dixon-Nuttall, 1901), *Colurella uncinata* (Müller, 1773), *Colurella adriatica* Ehrenberg, 1831, *Conochiloides coenobasis* (Skorikov, 1914), *Dissotrocha aculeata* (Ehrenberg, 1832), **Euchlanis dilatata* (Ehrenberg, 1832), *E. d. lucksiana* (Hauer, 1939), *E. deflexa* (Gosse, 1951), *E. incisa* (Carlin, 1939), *E. lyra* (Hudson, 1886), *E. l. larqa* (Kutikova, 1959), **Filinia longiseta* (Ehrenberg, 1834), *E. cornuta* (Weisse, 1847), *Kellicottia longispina* (Kellicott, 1879), **Keratella cochlearis* (Gosse, 1851), **K. c. tecta* (Gosse, 1851), *K. c. robusta* (Lauterborn, 1898), **K. quadrata* (Müller, 1786), *K. q. dispersa* (Carlin, 1943), *K. q. frenzeli* (Eckstein, 1875), *K. irregularis* (Lauterborn, 1898), *K. i. wartmanni* (Asper et Hauscher, 1889), *K. serrulata* (Ehrenberg, 1838), *K. testudo* (Ehrenberg, 1832), *Lecane (Monostyla) arcuata* (Bryce, 1891), *L. (M.) bulla* (Gosse, 1886), *L. (M.) closterocerca* (Schmarda, 1859), *L. (s.str.) luna* (Müller, 1776), *Lecane (s. str.) brachydactyla* (Stenroos, 1898), *L. (s. str.) stichaea* (Harring, 1913), *L. (M.) hamata* (Stokes, 1896), *L. (M.) lunaris* (Ehrenberg, 1832), *L. (M.) quadridentata* (Ehrenberg, 1832), *L. stenroosi* (Meissner, 1908), *L. (M.) scutata* (Harring et Myers, 1926), *Lepadella patella* (Müller, 1773), *Lophocharis salpina* (Ehrenberg, 1834), *Monommata longiseta* (Müller, 1786), *Mytilina mucronata* (Müller, 1773), *M. crassipes* (Lucks, 1912), *M. ventralis* (Ehrenberg, 1832), *Notholca acuminata* (Ehrenberg, 1832), *N. labis* (Gosse, 1887), *N. squamula* (Müller, 1786), *Notommata aurita* (Müller, 1786), *N. cyrtopus* (Gosse, 1886), *Philodina acuticornis* (Murray, 1902), *Platylas quadricornis* (Ehrenberg, 1838), *P. patulus* (Müller, 1786), *Polyarthra dolichoptera* (Idelson, 1925), *P. major* (Burckhardt, 1900), *P. vulgaris* (Carlin, 1943), *P. euryptera* (Wierzejski, 1891), *Pompholyx complanata* (Gosse, 1851), *P. sulcata* (Hudson, 1885), *Proales decipiens* (Ehrenberg, 1832), *Rotaria neptunia* (Ehrenberg, 1832), **Rotaria sp.*, *Sinantherina socialis* (Linnaeus, 1758), *Synchaeta pectinata* (Ehrenberg, 1832), *S. stylata* (Wierzejski, 1893), *S. oblonga* (Ehrenberg, 1831), *Testudinella mucronata* (Gosse, 1886), *T. patina* (Hermann, 1783), *Trichotria curta* (Skorikov, 1914), *T. pocillum* (Müller, 1776), *T. similis* (Stenroos, 1898), *T. truncata* (Whitelegge, 1889), *T. tetractis* (Ehrenberg, 1830), *Trichocerca (Diurella) bidens* (Lucks, 1912), *T. (D.) brachyura* (Gosse, 1851), *T. (s. str.) capucina* (Wierzejski et Zacharias, 1893), *T. (s. str.) cylindrica* (Imhof, 1891), *T. (s. str.) elongata* (Gosse, 1886), *T. (s. str.) longiseta* (Schränk, 1802), *T. porcellus* (Gosse, 1886), *T. (s. str.) pusilla* (Lauterborn, 1898), *T. (s. str.) rattus* (Müller, 1776), *T. (D.) similis* (Wierzejski, 1893), *T. (D.) tenuior* (Gosse, 1886), 46 видов ветвистосых — *Acroperus harpae* (Baird, 1834), *Alona affinis* (Leydig, 1860), *A. costata* (Sars, 1862), *A. quadrangularis* (O.F. Müller, 1785), *A. intermedia* (Sars, 1862), *A. rectangula* (Sars, 1862), *Alonella exigua* (Lilljeborg, 1901), *A. excisa* (Fischer, 1854), *Bosmina (Eubosmina) coregoni* (Baird, 1857), **B. (Bosmina) longirostris* (O. F. Müller, 1785), *Camptocercus rectirostris* (Sars, 1862), *Ceriodaphnia quadrangula* (O.F. Müller, 1785), *C. megops* (Sars, 1862), *C. pulchella* (Sars, 1862), *C. reticulata* (Jurine, 1820), *C. setosa* (Matile, 1890), *Chydorus gibbus* (Sars, 1891), **C. sphaericus* (O. F. Müller, 1785), *Graptoleberis testudinaria* (Fischer, 1851), *Daphnia (Daphnia) cucullata* (Sars, 1862), *D. (Daphnia) longispina* (O.F. Müller, 1785), *D. (Daphnia) pulex* (Leydig, 1860), *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin, 1848), *Disparalona rostrata* (Koch, 1841), *Eurycercus (Eurycercus) lamellatus* (O. F. Müller, 1776), *Ilyocryptus agilis* (Kurz, 1874), *I. acutifrons* (Sars, 1862), *Leptodora kindtii* (Focke, 1844), *Leydigia leydigi* (Schoedler, 1863), *Macrothrix hirsuticornis* (Norman et Brady, 1867), *M. laticornis* (Jurine, 1820), *Moina brachiata* (Jurine, 1820), *M. micrura* (Kurz, 1874), *Monospilus dispar* (Sars, 1862), *Polyphaemus pediculus* (Linnaeus, 1761), *Pleuroxus aduncus* (Jurine, 1820), *P. truncatus* (O.F. Müller, 1785), *P. trigonellus* (O. F. Müller, 1785), *P. uncinatus* (Baird, 1850), *Picripleuroxus similis* (Vavra, 1900), *Pseudochydorus globosus* (Baird, 1843), *Scapholeberis mucronata* (O.F. Müller, 1776), *Simocephalus exspinosus* (De Geer, 1778), *S. vetulus* (O. F. Müller, 1776), *Syda crystallina* (O.F. Müller, 1776), *Streblocerus serricaudatus* (Fischer, 1849) и 30 видов веслоногих раков — *Eudiaptomus gracilis* (Sars, 1863), *E. graciloides* (Lilljeborg, 1888), *Eurytemora sp.* (Giesbrecht, 1881), *Canthocamptus sp.* (Westwood, 1836), *Acanthocyclops reductus* (s.lat.) (Chappuis, 1925), *A. venustus* (Norman et Scott, 1906), *A. vernalis* (Fischer, 1853), *Cyclops abyssorum* (Sars, 1863), *C. furcifer* (Claus, 1857), *C. kolensis* (Lilljeborg, 1901), *C. strenuus* (Fischer, 1851), *C. vicinus* (Uljanin, 1875), *Diacyclops lanquidoides* (Lilljeborg, 1901), *Ectocyclops phaleratus* (Koch, 1838), *Eucyclops denticulatus* (Graeter, 1903), *E. macruroides* (Lilljeborg, 1901), *E. macrurus* (Sars, 1863), **E. serrulatus* (Fischer, 1851), *E. speratus* (Lilljeborg, 1901), *Macrocyclops albidus* (Jurine, 1820), *M. fuscus* (Jurine, 1820), *M. distinctus* (Richard, 1887), *Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857), *Microcyclops varicans* (Sars, 1863), *Paracyclops affinis* (Sars, 1863), *P. fimbriatus fimbriatus* (Fischer, 1853), *P. poppei* (Rehberg, 1880), *Thermocyclops crassus* (Fischer, 1853), *T. oithonoides* (Sars, 1863), *T. dybowskii* (Lande, 1890). Виды, обнаруженные в последние десять лет выделены жирным шрифтом, эврибионтные (встречающиеся в 40% проб и более) — обозначены астериском (*), редкие — подчеркнуты. Распределение широко распространенных видов по выбранным для анализа участкам представлено в таблице 1. Все эврибионтные виды питаются взвешенным детритом и у дна. Это свидетельствует о наличии органики в водотоках.

По количеству видов во всех реках таксономическая структура схожая: преобладают коловратки (50% и более), доля клadoцeр в два раза меньше (в среднем 25%), доля копепоид наименьшая (колеблется от 5 до 15%) (рис. 2).

Таблица 1. Распределение широко распространенных видов (частота встречаемости $\geq 40\%$) на выделенных участках рек

Виды	Притоки Суры (до города)	Сура (до города)	Сура (в черте города)	Сура (ниже города)	Притоки Суры (ниже города)	Р. Мокша и притоки	Р. Хопер и притоки
Кол-во проб	78	35	24	72	28	19	8
<i>B. angularis</i>			46		60		40
<i>B. quadridentatus</i>					50	43	
<i>B. g. cluniorbicularis</i>		46					
<i>C. gibba</i>					50		
<i>E. dilatata</i>	72	66	63	60	70	43	40
<i>F. longiseta</i>						57	40
<i>K. cochlearis</i>				51	50	43	60
<i>K. c. tecta</i>				42		57	
<i>K. quadrata</i>			67		50	43	80
<i>Rotaria</i> sp.	52	40	42	44	90	71	60
<i>B. longirostris</i>		43	58		50		80
<i>Ch. sphaericus</i>	45		50		50		60
<i>E. serrulatus</i>					50		

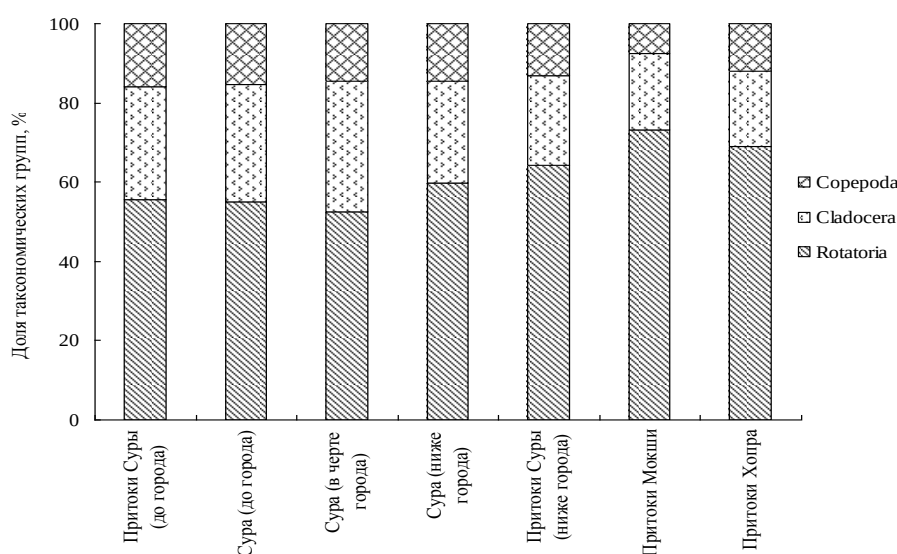


Рис. 2. Соотношение количества видов зоопланктона разных таксономических групп.

Большее видовое богатство сообщества зоопланктона выявлено в р. Сура и ее притоках (76–133 вида). Значительно меньшее число видов обнаружено в реках Мокша (67), Хопер (42) и их притоках. Возможно, это обусловлено меньшим числом исследованных проб. В комплексах сообществ доминируют организмы (все коловратки, значительное количество клadoцeр, некоторые копепоиды), питающиеся фитопланктоном, детритом и бактериями. Реже обнаружены зоо- и эврифаги (копепоиды, некоторые клadoцeры), отмечен один некрофаг (*P. globosus*).

Таким образом, на территории Пензенской области в водотоках обнаружено 186 видов и подвидов зоопланктонных организмов. Колловратки преобладают качественно (59%). Среди них больше эврибионтных видов (*B. angularis*, *B. quadridentatus*, *B. g. cluniorbicularis*, *C. gibba*, *E. dilatata*, *F. longiseta*, *K. cochlearis*, *K. c. tecta*, *K. quadrata*, *Rotaria* sp.), чем среди раков (*B. longirostris*, *Ch. sphaericus*, *E. serrulatus*). Лучше изучены зоопланктонные сообщества р. Суры и ее притоков. Примечательно, что виды коловраток из р. *Brachionus*, многочисленные и разнообразные в р. Сура 20 лет назад, сейчас реже встречаются в черте и ниже города. Доля видов коловраток в р. Сура ниже, по сравнению с данными А.М. Бузаковой (1978). Тот факт, что в реке их доля уменьшается, свидетельствует о снижении скорости течения реки и ее зарастании растительностью.

Список литературы

- Бурдова В.А., Стойко Т.Г., Асанов А.Ю. Структура зоопланктона водотоков в лесостепи Среднего Поволжья в осенний период. Самарская Лука: проблемы глобальной и региональной экологии. 2014. Т. 23. № 2. С. 33–39.
- Бузакова А.М. Годовая динамика зоопланктона реки Суры // Эколого-фаунистические исследования в нечерноземной зоне Европейской части СССР. Саранск, 1978. С. 66–72.
- Ивушкин А.С., Крышов И.М., Кантеев К.К. Водорегулирующие сооружения Пензенской области. Пенза: Пензенская правда, 1993. 268 с.
- Милованова Г.Ф. Экологический мониторинг зоопланктона р. Суры и Сурского водохранилища: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М., 2000. С. 25.
- Митрофанова Е.А., Стойко Т.Г. Зоопланктонные сообщества, как индикаторы состояния малых рек бассейна р. Суры // Индикация состояния окружающей среды: теория, практика, образование. М.: ООО «Буки Веди», 2013. С. 215–224.

- Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Зоопланктон. М.-СПб: Товарищество научных изданий КМК, 2010. Т. 1. 495 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 510 с.
- Стойко Т.Г., Мазей Ю.А. Планктонные коловратки Пензенских водоемов. Пенза: Изд-во ПГПУ, 2006. 134 с.
- Стойко Т.Г., Мазей Ю.А. Фаунистический обзор организмов зоопланктона Пензенских водных экосистем // Пензенское краеведение: опыт, перспективы развития: материалы обл. конф. 2005. Т. II. С. 77–85.
- Стойко Т.Г., Паикова Г.Ф., Ильин И.В., Мазей Ю.А. Гидробионты малых рек в окрестностях города Пензы // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского, 2012. № 29. С. 165–172.
- Тарбеев М.Л., Баянов Н.Г. Видовой состав зоопланктона средних и малых рек Нижегородской области в 2004–2007 гг. // Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана. Борок, 2008. С. 285–292.

УДК 574.58

ЗООБЕНТОС КАК ИНДИКАТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАЛЫХ РЕК (НА ПРИМЕРЕ р. ЖЕМЧУЖНАЯ, МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

С. А. Валькова

ФГБУ Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН,
184209, Мурманская обл., Апатиты, ул. Ферсмана 14а, e-mail: Valkova@inep.ksc.ru

Оценено современное состояние макрозообентоса в зоне влияния стоков ОАО «Апатит» на примере р. Жемчужная (Мурманская обл.). Охарактеризованы таксономический состав, численность, биомасса и структура доминирования бентосных сообществ на разных участках реки, проведен анализ экологического состояния вод на основе показателей зообентоса.

Ключевые слова: Кольский полуостров, Хибин, малые реки, зообентос, биоиндикация.

ZOOBENTHOS AS AN INDICATOR OF ECOLOGICAL CONDITION OF SMALL RIVERS (ON EXAMPLE OF ZHEMCHUZHNAJA RIVER (MURMANSK REGION.))

S. A. Valkova

Institute of the Industrial Ecology Problems of the North KSC RAS, e-mail: Valkova@inep.ksc.ru

The current state of macrozoobenthos in the impact zone effluent "Apatite" has been estimated by the example of the Zhemchuzhnaia River (Murmansk region.). An analysis of taxonomic composition, abundance, biomass and structure of domination of benthic communities in different parts of the river, the analysis of the ecological status of waters on the basis of indicators of zoobenthos.

Keywords: Kola Peninsula, Khibiny, small rivers, zoobenthos, bioindication

Одним из объектов, широко использующихся для мониторинга экологического состояния пресноводных экосистем, является зообентос. Сообщества донных беспозвоночных рассматриваются как наиболее надежные индикаторы оценки качества вод, так как их структурные и количественные характеристики отражают кумулятивные процессы в водоемах и водотоках и позволяют оценить интенсивность процессов самоочищения, протекающих в экосистемах.

Цель данной работы — оценка современного экологического состояния р. Жемчужная на основе показателей макрозообентоса. Река Жемчужная относится к категории «малых рек», ее длина составляет 19 км, ширина 4–5 м, глубина 2–3 м, скорость течения варьирует в пределах 0.6–2 м/с, преобладает каменистый грунт. В верхнем течении река преграждена плотиной, представляя собой технологический отстойник для сточных вод из хвостохранилищ обогащательной фабрики ОАО «Апатит». Со сточными водами в реку поступают неорганические (включая фосфаты, соединения азота, микроэлементы), органические и взвешенные вещества, что обуславливает высокий уровень минерализации (от 609.6 мг/л в верхнем течении до 312.5 мг/л в нижнем течении) и значений pH (9.1–9.6). Антропогенное поступление азота и фосфора привело к значительному увеличению по сравнению с природным содержанием, как общего содержания этих элементов, так и их минеральных форм. Максимальная концентрация общего фосфора в летний период достигала 2260 мкгP/л, общего азота может достигать 20500 мкгN/л.

Отбор проб зообентоса на р. Жемчужная проводился в вегетационные периоды 2011–2012 гг. с июня по сентябрь на створах, расположенных в верхнем, среднем и нижнем течении с помощью гидробиологического сачка по стандартной методике (Руководство ..., 1992). Численность животных определяли путем прямого подсчета особей в пробе, для получения данных по сырой биомассе животных взвешивали на аналитических весах. Таксономическую идентификацию беспозвоночных проводили с использованием следующих источников: Определитель пресноводных беспозвоночных... (1977), Определитель беспозвоночных ..., 2000, 2001, 2004. Для оценки качества вод реки использовали Кольский биотический индекс (КолБИ), представляющий собой индекс Вудивисса, адаптированный к особенностям фауны северных регионов и индекс сапротоксности (Яковлев, 2005).

Всего за период исследований обнаружено 24 вида и формы беспозвоночных, принадлежащих к 18 семействам: Trichoptera (*Rhyacophyla nubile* Zett., *Neureclipsis bimaculata* L., *Hydropsyche* sp., *Leptocerus* sp., *Sericostoma personatum* K.&Sp.), Elmidae (*Elmis* sp.), Ephemeroptera (*Baetis rhodani* Pict., *Leptophlebia vespertina* L.), Plecoptera (*Amphinemura borealis* Morton, *Nemoura* sp., *Isoperla obscura* Zett., *Capniidae* sp.), Pisidiidae (*Pisidium* sp., *Euglesa* sp.), Lymnaeidae (*Lymnaea ovata* L.), Glossiphoniidae (*Glossiphonia complanata* L., *Hellobdella stagnalis* L., *Proclipsis* sp.), Chironomidae (*Brillia* sp., *Microspectra* gr. *praecox*, *Orthocladius* (O.) *oblidens*, *Abalabesmyia* sp., *Sergentia* gr. *coracina*), Ceratopogonidae, Simuliidae, Hydracarina, Tubificidae. В зоогеографическом

плане основу макрозообентоса р. Жемчужная составляют виды, имеющие палеарктическое распространение, также представлены группы, имеющие голарктическое и европейское распространение и космополиты.

По отношению к трофическим условиям большинство обнаруженных видов являются олигосапробами, также встречаются эврибионты, способные обитать в диапазоне условий от мезо- до олигосапробных и ксеносапробы.

В составе сообществ пороговых участков и каменистой рипали, как по численности, так и по биомассе преобладали личинки амфибиотических насекомых (поденки, ручейники, мошки и хирономиды сем. Orthocladiinae), доля которых составляла >80% всего сообщества. Доминируют эврибионтные реофильные нимфы *B. rhodani*, ручейники *Rhyacophyla nubile* и *Neureclipsis bimaculata*, на створах в нижнем течении отмечены личинки *Sericostoma personatum*, являющиеся индикатором чистых вод, также многочисленны личинки жесткокрылых *Elmis* sp., единично в пробах встречались веснянки сем. Capniidae. В составе макрозообентоса плесовых участков с мягкими грунтами (заиленный песок, ил) доминировали олигохеты (до 90% от общего количества донных беспозвоночных).

Численность организмов на разных участках реки варьировала от 16 до 3393 экз./м², биомасса от 0.7 до 15.2 г/м² составляя в среднем 465 экз./м² и 8 г/м². Полученные нами данные по уровню численности и биомассы бентоса сопоставимы со значениями, указанными для рек Кольского полуострова (Барышев, 2004; Хренников и др., 2005).

Состав и структура бентоса изменяется вдоль течения реки в зависимости от уровня загрязнения. В верхнем течении, где река представляет собой отстойник сточных вод апатито-нефелиновой фабрики, сформированы бентосные сообщества озерного типа, в составе которых доминируют эврибионтные, устойчивые к дефициту кислорода группы — брюхоногие моллюски и пиявки. С удалением от источника загрязнения увеличивается доля реофильных групп, появляются беспозвоночные-индикаторы чистых вод.

Значения Кольского биотического индекса на разных участках реки варьировали от 5 баллов (преимущественно в верхнем течении) до 8 баллов (в нижнем течении), индекс сапротоксности составлял 1.1–2.3 балла (мезосапротоксная зона), олигохетный индекс Гуднайт-Уитли в среднем составлял 28%.

Таким образом, большинство выявленных видов беспозвоночных р. Жемчужная относится к обычным компонентам зообентоса водоемов Палеарктики. Основу бентоса формируют амфибиотические насекомые. В зоогеографическом плане фаунистический состав донной фауны можно охарактеризовать как палеарктический с наличием голарктических и бореальных элементов. Качество вод р. Жемчужная в настоящее время можно охарактеризовать как переходное между чистыми и умеренно-загрязненными. Относительно высокие таксономическое разнообразие зообентоса и значения биотических индексов, наличие в составе бентофауны индикаторных групп, чувствительных к загрязнению, свидетельствуют о высокой интенсивности процессов самоочищения, протекающих в исследованном водотоке.

Список литературы:

- Барышев И.А. Амфибиотические насекомые выростных участков молоди атлантического лосося в бассейне реки Варзуга // Фауна, вопросы экологии, морфологии и эволюции амфибиотических и водных насекомых России: Материалы II Всероссийского симпозиума по амфибиотическим и водным насекомым. Воронеж: Воронежский государственный университет, 2004. С. 7–13.
- Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР (планктон и бентос) / От. ред. Кутикова Л.А., Старобогатов Я.И. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 510 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / Под общ. ред. С. Я. Цалолихина. Т. 4. Двукрылые насекомые. Санкт-Петербург Наука, 2000. 997 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / Под общ. ред. С. Я. Цалолихина Т.5. Высшие насекомые.. СПб.: Наука, 2001. 825 с.
- Определитель пресноводных водорослей СССР. Выпуск 11(2) «Зеленые водоросли». Л.: Наука, 1982. 620 с.
- Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. Под ред. В.А. Абакумова. С-Пб, Гидрометиздат, 1992. 318 с.
- Хренников В.В., Барышев И.А., Шустов Ю.А., Павлов В.Н., Ильмаст Н.В. Зообентос рек Карелии и Кольского полуострова, кормовые ресурсы для молоди лосося // Проблемы изучения, рационального использования и охраны ресурсов белого моря. Материалы IX международной конференции. Петрозаводск, 2005. С. 318–322.
- Яковлев В.А. Пресноводный зообентос северной Фенноскандии (разнообразие, структура и антропогенная динамика) Ч. 2. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2005. 145 с.
- Яковлев В.А. Фауна и распространение личинок вислокрылок (Sialidae, Megaloptera) в Северной Фенноскандии в зависимости от природных и антропогенных факторов // Биология внутр. вод. 2009. № 3. С. 5–10.

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ИХТИОФАУНЫ И ЗООБЕНТОСА РЕКИ ОЛЬЖЕРАС КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. М. Визер

Западно-Сибирский НИИ водных биоресурсов и аквакультуры - филиал ФГУП «Госрыбцентр», Российская Федерация, 630091, г. Новосибирск, Писарева, 1

Загрязнение и нарушение русла р. Ольжерас привело к снижению видового разнообразия аборигенной реофильной ихтиофауны и ее вытеснению в верховья бассейна. В реке стали обычными чужеродные и озерные виды. На большей части протяжения реки снизилось разнообразие и количественные показатели зообентоса вплоть до его исчезновения в нижнем течении.

Ключевые слова: Ольжерас, бассейн Томи, ихтиофауна, зообентос, антропогенное воздействие.

ANTHROPOGENIC INFLUENCE ON ICTHYOFAUNA AND ZOOBENTHOS FORMATION IN OLZHERAS RIVER KEMEROVO REGION

A. M. Vizer

“Gosrybtsentr” West-Siberian Research Institute of Bioresources and Aquaculture, e-mail: sibribniiproekt@mail.ru.

Pollution and infringement of Olzheras riverbed led to a decline in species diversity of native fish fauna rheophilous and its displacement in the upper basin. In the river foreign and lake views became common. In most parts of the stretch of the river fell variety and quantity of zoobenthos until his disappearance in the lower reaches.

Keywords: Olzheras basin Tom, ichtyofauna, zoobenthos, anthropogenic influence.

Река Ольжерас является притоком второго порядка самого крупного водотока Кемеровской области р. Томь. Она протекает в низкогорном ландшафте и имеет протяженность 36 км. Образует разветвленную и густую гидрологическую сеть из 228 притоков, из которых лишь 3 длиннее 10 км. Бассейн р. Ольжерас находится под сильным антропогенным воздействием, особенно в нижнем течении. На этом участке она находится под влиянием сбросов многочисленных угледобывающих предприятий и принимает промышленные и хозяйственные стоки г. Междуреченск. В среднем течении количество сбросов снижается, но русло реки и береговая зона сильно деформированы в результате геологоразведочных работ, проведения трубопроводов и дорожного строительства. На ряде притоков возведены плотины, и эти участки используются для целей рекреации. Сравнительно ненарушенные биотопы сохранились лишь в верхнем течении. Для не нарушенных участков реки характерны каменисто-галечниковые грунты и высокие скорости течения. Берега большей частью обрывистые, заросшие и малодоступные.

В верхнем течении ширина реки не более 2 м. Глубины 0.2–0.3 м чередуются глубокими ямами, в русле, кроме крупного галечника, встречаются валуны и каменные глыбы. Водосбор частично заболочен. В среднем течении река начинает приобретать равнинный характер и появляется водная растительность. По мере увеличения поступления сбросов снижается прозрачность, цвет воды приобретает угольный оттенок. В донных грунтах увеличивается количество отходов угледобычи. В нижнем течении ширина реки увеличивается до 10–15 м, на плесах глубина до 1.5 м — грунты мелко-галечниковые, на перекатах 0.1–0.3 м — крупногалечниковые с валунами. Скорость течения увеличивается. Прозрачность снижается до 0.1 м. Естественные грунты на плесах скрыты под слоем угольной пыли. На устьевом участке прозрачность снижается до 0.05 м, каменистое дно полностью скрыто под осадком угольной взвеси толщиной до 0.5 м.

Таким образом, р. Ольжерас на протяжении 14 км фактически представляет собой коллектор для приема сточных вод угольных предприятий, что определило значительные изменения в рыбном населении и донной фауне.

Ольжерас впадает в р. Усу в 6 км от ее устья, поэтому его ихтиофауна включает в себя не только типичные бореально-предгорные виды, свойственные бассейну Усы, но и рыб из бореально-равнинного комплекса р. Томи. Высокие скорости течения, каменистые грунты и отсутствие естественных пойменных водоемов определяют преобладание в ихтиофауне типичных реофилов. Исходная богатая ихтиофауна Ольжераса в настоящее время в результате антропогенного влияния, обеднена и из ее состава выпали особо ценные (ленок, таймень) или стали малочисленными крупночастиковые (налим, щука) виды. Этот водоток в осенне-зимний период сильно мелеет, и эти виды рыб скатываются на зимовку в Томь. Весенней обратной нерестовой и нагульной миграциям препятствует сильное загрязнение устьевых участков.

Современная ихтиофауна, состоящая из аборигенных и чужеродных видов, распределяется в зависимости от степени загрязнения и преобразования водотока. Наиболее бедный видовой состав, включающий в себя только ельца и пескаря, отмечен в нижнем течении Ольжераса. Лишь на устьевые участки из Усы весной в период паводка заходят ерш, голянь и вселенец уклея (табл. 1).

В среднем течении видовое разнообразие увеличивается, причем большинство видов не характерно для полугорных водотоков. Местообитание таких озерно-речных видов приурочено к локальным участкам зарегулированного речного русла и сформировано как из остатков аборигенной ихтиофауны (щука, плотва, окунь), так и целенаправленного вселения карася и сазана, с которыми попала и верховка. На речных участках, с высокой скоростью течения, повсеместно встречались лишь мелкие непромысловые виды с преобладанием голяня. Обитанию хариуса на этих биотопах препятствует поступление теплых вод с температурой 23–25°C из прудов и небольших водохранилищ.

Исходная, хотя и обедненная, ихтиофауна сохраняется только в верховьях реки и ее притоков. Лишь на этих участках обитают изолированные популяции хариуса и другие лито-реофильные виды — подкаменщик и голец.

Таблица 1. Видовой состав ихтиофауны разных участков р. Ольжерас

Вид	Исходная ихтиофауна	Современная ихтиофауна			
		Устье	Нижнее течение	Среднее течение	Верхнее течение
Таймень <i>Hucho taimen</i> (Pall.)	+	-	-	-	-
Ленок <i>Brachymystax lenok</i> (Pall.)	+	-	-	-	-
Хариус сибирский <i>Thymallus arcticus</i> (Pall.)	+	-	-	-	+
Обыкновенная щука <i>Esox lusius</i> L.	+	-	-	+	-
Елец <i>Leuciscus leuciscus</i> L.	+	+	+	+	-
Обыкновенный голец <i>Phoxinus phoxinus</i> L.	+	+	-	+	+
Плотва <i>Rutilus rutilus</i> L.	+	-	-	+	-
Верховка <i>Leucaspis delineatus</i> Heck.	-	-	-	+	-
Уклейка <i>Alburnus alburnus</i> L.	-	+	-	-	-
Пескарь <i>Gobio gobio</i> (L.)	+	+	+	+	+
Серебряный карась <i>Carassius auratus</i> (L.)	-	-	-	+	-
Сазан <i>Cyprinus carpio</i> L.	-	-	-	+	-
Сибирский голец – усач <i>Barbatula toni</i> (Dyb.)	+	-	-	-	+
Сибирская щиповка <i>Cobitis melanoleuca</i> Nich.	+	-	-	+	-
Налим <i>Lota lota</i> L.	+	+	-	-	-
Речной окунь <i>Perca fluviatilis</i> L.	+	-	-	+	-
Обыкновенный ерш <i>Gimnocephalus cernuus</i> (L.)	+	+	-	+	-
Сибирский подкаменщик <i>Cottus sibiricus</i> Kessler	+	-	-	-	+

Сходные закономерности наблюдаются в распределении донной фауны. Так, в устье реки, где донные грунты покрыты сплошным толстым слоем угольной пыли, организмы зообентоса полностью отсутствовали. В нижнем течении зообентос сохранялся исключительно на перекатах, где, благодаря высоким скоростям и турбулентности водного потока, загрязняющие вещества накапливались в меньших количествах. На камнях этого биотопа встречались лишь личинки стрекоз и бокоплавы (табл. 2).

Таблица 2. Численность и биомасса зообентоса разных участков р. Ольжерас

Таксон	Нижнее течение	Среднее течение	Верхнее течение
Oligochaeta	$\frac{1}{-}$	$\frac{1}{-}$	$\frac{116}{0.308}$
Hirudinea	$\frac{1}{-}$	$\frac{1}{-}$	$\frac{4}{0.052}$
Amphipoda	$\frac{40}{0.530}$	$\frac{1}{-}$	$\frac{260}{2.752}$
Chironomidae	$\frac{1}{-}$	$\frac{175}{0.242}$	$\frac{48}{0.158}$
Simuliidae	$\frac{1}{-}$	$\frac{33}{0.025}$	$\frac{1}{-}$
Tabanidae	$\frac{1}{-}$	$\frac{25}{0.117}$	$\frac{8}{2.016}$
Trichoptera	$\frac{1}{-}$	$\frac{117}{2.117}$	$\frac{24}{1.644}$
Ephemeroptera	$\frac{1}{-}$	$\frac{242}{1.475}$	$\frac{144}{1.212}$
Plecoptera	$\frac{1}{-}$	$\frac{67}{0.258}$	$\frac{20}{0.604}$
Odonata	$\frac{5}{1.425}$	$\frac{1}{-}$	$\frac{1}{-}$
Всего	$\frac{45}{1.955}$	$\frac{659}{4.234}$	$\frac{624}{8.744}$

Примечание. Над чертой — численность в экз./м², под чертой — биомасса в г/м².

Повсеместное заселение речных грунтов происходит на участке выше по течению за пределами поступления стоков угледобывающих предприятий. Несмотря на нарушение русла в результате геологоразведочных и строительных работ, на этих биотопах формируются типичные лито-реофильные сообщества с преобладанием личинок хирономид, ручейников и поденок. Основу биомассы (84.8%) формируют ручейники и поденки.

Для ненарушенных верховьев реки характерны более богатые в качественном и количественном отношении сообщества. Вероятно, за счет дрейфа молоди личинок насекомых с этого участка формируются бентосные сообщества среднего течения, представляющего более обширную кормовую акваторию. Доминирующую группу зообентоса представляют бокоплавы, приспособленные к обитанию в условиях больших перепадов уровня воды и временного пересыхания мелководий. Лито-реофильные сообщества создают около 38% численности и 41% биомассы всего зообентоса.

Таким образом, в результате многофакторного антропогенного воздействия в р. Ольжерас произошло снижение видового разнообразия аборигенной реофильной ихтиофауны и вытеснение сохранившихся видов в верховья бассейна. Напротив, в реке стали обычными чужеродные (сазан, уклея, верховка) и озерные (карась) виды. Загрязнение и нарушение целостности донных грунтов привело к снижению видового разнообразия и количественных показателей зообентоса на большей части протяжения русла реки, вплоть до его полного исчезновения в нижнем течении.

УДК 574.5

ВОСПРОИЗВОДСТВО ПОПУЛЯЦИЙ ЖЕМЧУЖНИЦЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ (*MARGARITIFERA MARGARITIFERA* L.) МАЛЫХ РЕК БАСЕЙНА БЕЛОГО МОРЯ В УСЛОВИЯХ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ЛОСОСЕВЫХ РЫБ

И. В. Вихрев, Ю. В. Беспалая, И. Н. Болотов

Институт экологических проблем Севера Уральского отделения Российской академии наук, 163000, г. Архангельск, наб. Северной Двины, д. 23. vikhrevilja@gmail.com

Установлено, что жизнеспособная популяция жемчужницы европейской обитает в р. Солза с притоком Казанка. В результате деятельности рыбоводного завода плотность сеголетков семги на НВУ значительно превышает минимальный уровень (0.03–0.05 экз./м²), необходимый для успешного воспроизводства жемчужницы. Кроме того непосредственно на Соленском рыбозаводе происходит непреднамеренное заражение молоди семги глосидиями жемчужницы, которые развиваются на жабрах рыб в бассейнах рыбозавода и в последствии попадают в реку. В р. Кожа популяция жемчужницы деградирует, ее воспроизводство замедленно. Данные по выпуску молоди лосося с Онежского рыбоводного завода свидетельствуют о падении численности семги в реке в целом и о сокращении плотности сеголетков на НВУ Кожы в результате перехода рыбозавода на выпуск подрощенной молоди. В результате, плотность сеголетков на НВУ значительно ниже обозначенного критического уровня.

Ключевые слова: пресноводные жемчужницы, лососеводство, рыбоводные заводы, глосидии, воспроизводство, структура популяций, восстановление популяций, Белое море

Keywords: freshwater pearl mussel, salmon farming, fish hatcheries, glochidia, recruitment, population structure, population restoration, White Sea

Пресноводная жемчужница *Margaritifera margaritifera* (L., 1758) является исчезающим видом, включенным в красные книги различных рангов, от региональных до международной. Многие популяции этого вида находятся под угрозой исчезновения, а некоторые уже исчезли. Тесная связь жизненного цикла жемчужницы с лососевыми рыбами приводит к прямой зависимости состояния популяций жемчужницы от состояния лососевых стад в реках. В условиях, когда промысел жемчуга не ведется, а сплав леса прекращен, одна из главных причин вымирания популяций жемчужницы – неудовлетворительное состояние популяций хозяев глосидий жемчужницы в результате перелома, гидростроительства и деградации экосистем (Беспалая и др., 2007; Зюганов, 2008; Махров и др., 2009).

Реки бассейна Белого моря начали активно эксплуатироваться с 20-х годов XX века, особенно для лесосплава и гидростроительства. В это же время были созданы первые рыбоводные заводы, как компенсация урона нанесенного природе. Впоследствии число рыбозаводов увеличилось, и сейчас они располагаются на реках Солза, Онега, Выг, Кемь, Кянда, Умба и Жемчужный ручей. Из этого списка пресноводная жемчужница населяет только Умбу, Кожу (приток Онеги) и Солзу.

Были предложены 3 критерия для оценки состояния популяций жемчужницы: численность должна быть >500 экз., в выборках ≥20% молодых жемчужниц с длиной раковины ≥7 см и >0% — менее 2 см (Söderberg, 2006; Зюганов и др., 1993).

Плотность особей жемчужницы в р. Кожа (Болотов и др., 2012) в зависимости от участка составляет 0.013–1.417 экз./м², медиана 0.05 экз./м². Распределение популяции жемчужницы в реке четко увязано с нерестово-выростными угодьями лосося. Общая площадь НВУ в Коже по разным данным от 1.46 км² (Кулида, 2002) до 1.48 км² (Устюжнинский, 2005), соответственно, средняя оценка 1.47 км². Усредненная приблизительная оценка численности популяции жемчужницы в Коже составляет порядка 100 тыс. особей (Болотов и др., 2012). Это в целом невысокий показатель в сопоставлении с популяциями многих других рек северо-запада России.

В контексте указанных критериев численность популяции в Коже на 2 порядка превышает приведенное значение, однако доля молодых моллюсков здесь чрезвычайно низка (рис. 1). Соответственно, популяция жемчужницы в Коже может быть отнесена к стареющим, а ее воспроизводство в настоящее время происходит замедленно.

Лосось выпускается в реку с рыбоводного завода, который располагается более чем в 100 км от реки близ г. Онега на оз. Андозеро. Судя по отчетам Онежского рыбоводного завода (к сожалению, отчеты за некоторые годы не сохранились), число производителей, которых удавалось отловить для искусственного воспроизводства, сильно менялось год от года; однако, налицо долговременная тенденция к падению уловов (рис. 2). Резкое снижение уловов произошло в 1980–90-е гг. с минимумом в 1995 г., когда было отловлено всего лишь 13 рыб, что совпадает с возрастом наиболее молодых особей жемчужниц в нашей выборке.

Сходным образом развивалась ситуация с выпусками заводской молоди в Кожу (рис. 2). В 1980–83 гг. завод выпускал 337–824 тыс. шт. молоди семги в год (в этот период еще выпускались сеголетки), что дает оце-

ночную плотность пестряток 0.23–0.56 экз./м² (Болотов и др., 2012). Это довольно высокий показатель для лососевой реки, близкий к таковому в Варзуге (Зюганов и др., 1993).

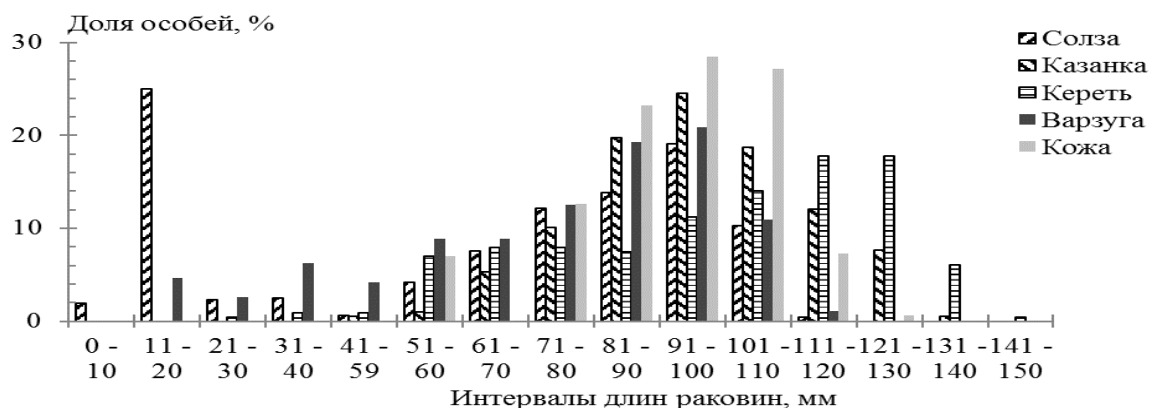


Рис. 1. Гистограмма размерной структуры моллюсков в выборках. Данные по рекам Кереть и Варзуга: Зюганов и др., 1993.

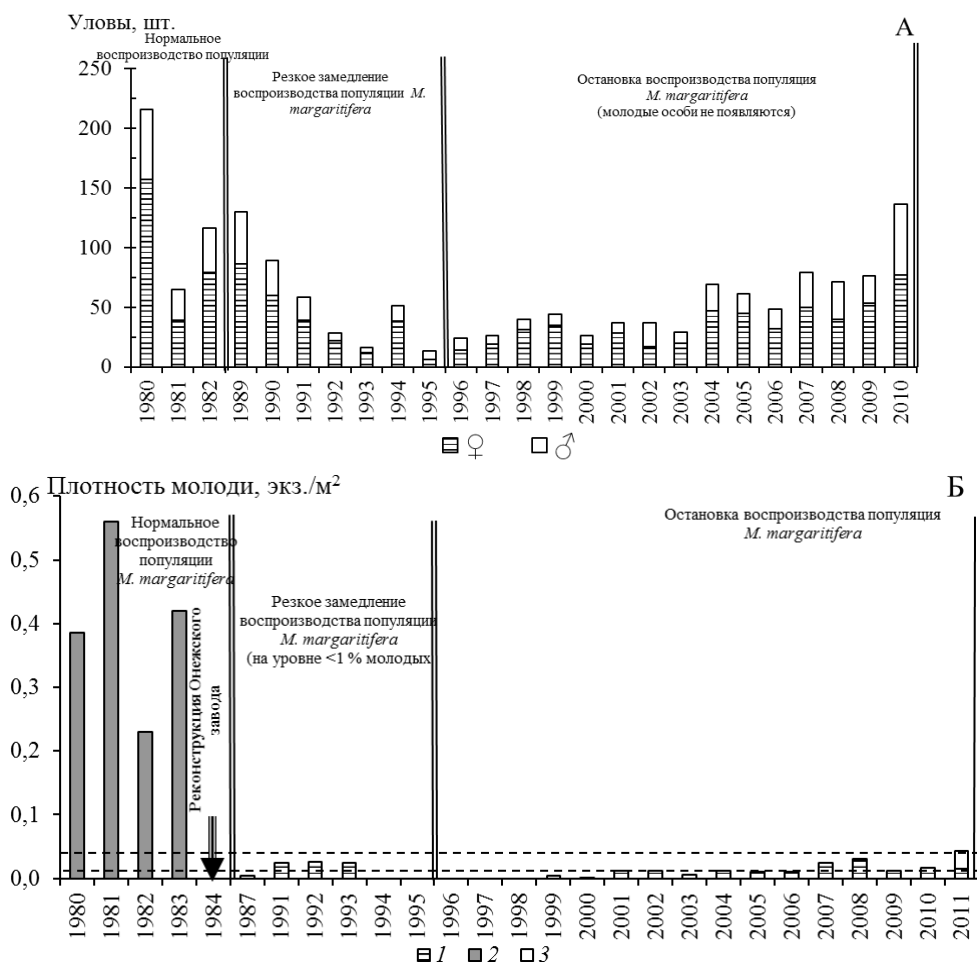


Рис. 2. Уловы производителей атлантического лосося в р. Кожа (а) и расчетная плотность заводской молоди лососевых рыб на нерестово-выростных угодьях (б) по данным Севрыбвода (Болотов и др., 2012): 1–2 — атлантический лосось (1 — двухгодовики, 2 — сеголетки); 3 — кумжа; -- — минимальное значение плотности молоди лососевых рыб на НВУ, необходимое для воспроизводства жемчужницы.

Затем после реконструкции Онежского рыбозавода в 1984 г. из-за перехода на выпуск подращенной молоди в возрасте 1+ произошло обвальное снижение числа выпускаемых рыб, причем в некоторые годы завод вообще не проводил выпусков в Кожу (1984, 1994–98 гг.). При этом из числа выпущенных в марте пестряток в возрасте 1+ примерно 60% в мае уже скатывается в море, а остальные на год остаются в реке и скатываются следующей весной (Болотов и др., 2012). Это дает оценочную среднюю плотность двухгодовиков — 0.01 экз./м² (Болотов и др., 2012). Для нормального воспроизводства жемчужницы плотность мальков семги, способных обеспечить развитие глохидиев, должна быть не менее 0.03–0.05 экз./м² (Зюганов и др., 1993). Соответственно, с 1984 г. плотность заводской молоди в Коже была ниже критического уровня или же близка к нему, что и привело к нарушению воспроизводства популяции жемчужницы.

На р. Солза можно наблюдать обратную ситуацию с популяцией жемчужницы. Во время предыдущих исследований максимальная плотность, обнаруженная в нижнем течении реки в 640 м ниже рыбоводного завода, составила 4 экз./м² (Беспалая и др., 2007). Однако более поздние обследования нижнего течения реки в районе водосброса рыбоводного завода показали, что максимальная плотность популяции в Солзе достигает 900 экз./м² (рис. 3). Подобный разброс значений демонстрируют и размерная структура выборки, и доля молодых особей (рис. 1). Доля молодых особей также достаточно велика и более чем в два раза превышает критический уровень в 20% (рис. 3).

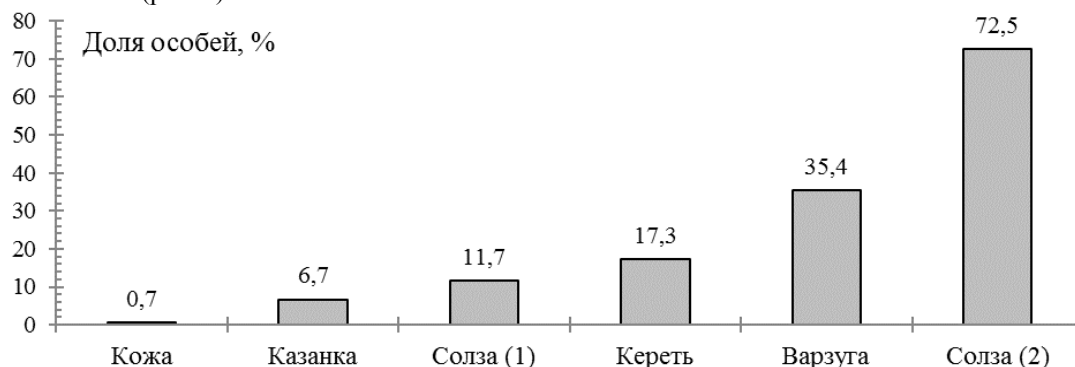


Рис. 3. Доля молодых особей (≤ 70 мм) в выборках. Солза (1) — выборка с участка на р. Солза ниже рыбоводного завода; Солза (2) — с участка на р. Солза в районе рыбоводного завода. Данные по рекам Кереть и Варзуга: Зюганов и др., 1993.

Особенностями Солзенского рыбоводного завода являются его незамкнутая схема водоснабжения проточных бассейнов с молодью семги и расположение непосредственно на берегу р. Солза. Вода для нужд завода, в том числе и в бассейны с рыбой, поступает непосредственно из реки, проходя лишь фильтры грубой очистки, не препятствующие проникновению макро- и микрочастиц. После прохождения через бассейны с молодью семги, вода также беспрепятственно сбрасывается непосредственно в реку. Была высказана гипотеза, что глохидии жемчужницы могут попадать на завод с током воды, развиваться на сеголетках лосося, а затем заселять Солзу ниже рыбоводного завода. Как было показано выше, высокая плотность популяции и высокая доля ювенильных моллюсков в выборке были обнаружены ниже водосброса рыбоводного завода. Кроме этого, весной 2013 г. с помощью светового микроскопа было проведено обследование жабр 7 особей заводской молоди лосося в возрасте 1+. Обнаружено 90 глохидий, средняя плотность — 16,3 экз. на рыбу, максимальное значение — 36 глохидий. Таким образом, на Солзенском рыбоводном заводе обеспечивается непреднамеренное заражение молоди лосося глохидиями жемчужницы в искусственных условиях.

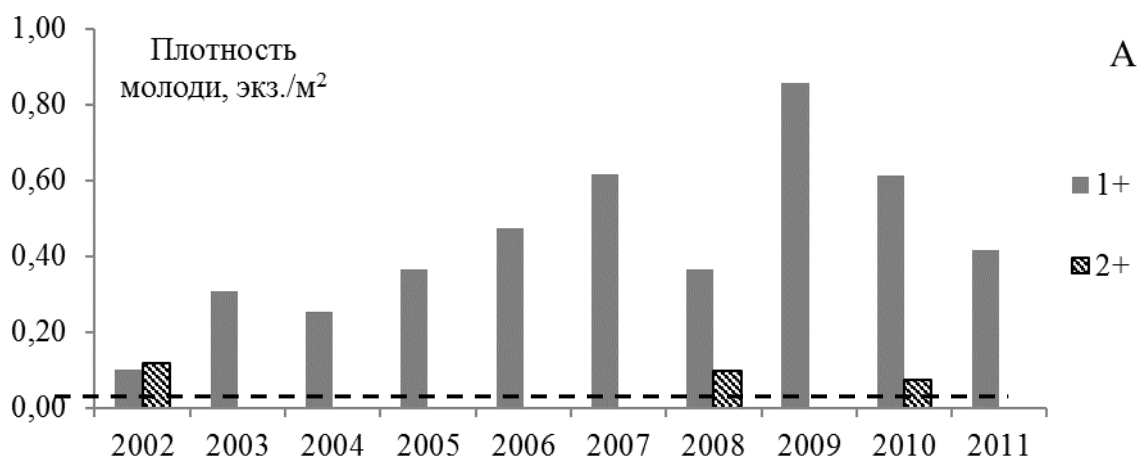


Рис. 4. Расчетная плотность заводской молоди лососевых рыб на нерестово-выростных угодьях в р. Солза по данным Севрыбвода: 1+ — сеголетки лосося, 2+ — двухгодовики лосося; -- — минимальное значение плотности молоди лососевых рыб на НВУ, необходимое для воспроизводства жемчужницы.

Кроме этого, нельзя не отметить еще один важный аспект деятельности Солзенского рыбоводного завода. В результате его работы обеспечивается регулярное искусственное поступление молоди семги в верхнюю часть бассейна Солзы (в том числе р. Казанка) (Беспалая и др., 2007). Выпуск мальков обычно осуществляется в марте примерно в 10 км выше плотины, при этом они расселяются по речной системе. Данные отчетов рыбозавода за последние 10 лет свидетельствуют о высокой численности молоди лосося, ежегодно выпускаемого в Солзу (рис. 4).

Минимальный уровень наблюдался в 2004 г., когда было выпущено чуть меньше 40000 мальков. Расчет плотности сеголеток на НВУ Солзы показывает, что в учетный период данный показатель всегда был выше критического уровня (0,03 экз./м²), не опускаясь ниже 0,1 экз./м² (рис. 4). Таким образом, можно констатировать, что популяция жемчужницы в бассейне Солзы выше плотины водозабора поддерживается за счет деятельности рыбозавода. Кроме того следует отметить такой важный факт, как разведение на заводе двух воз-

растных групп семги 1+ и 2+. Годовики семги выпускаются в верхнее течение Солзы и готовы к заражению глохидиями жемчужницы в естественных условиях. В то же время двухгодовики, оставаясь на рыбозаводе на год дольше, позволяют глохидиям завершить стадию жаберного развития и заселить участок ниже рыбозавода.

Таким образом, влияние деятельности рыбоводных заводов на воспроизводство жемчужницы проявляется в следующих механизмах: 1. Поддержание плотности сеголетков лосося на нерестово-выростных угодьях (НВУ) достаточной для успешного воспроизводства моллюска; 2. Развитие глохидий на жабрах молоди лосося в условиях рыбозавода и последующий выпуск рыбы в реку; 3. Попадание глохидий в реку с естественным током воды через водосброс рыбозавода.

Исследования выполнены при поддержке грантов Уральского отделения Российской академии наук № 12-Р-5-1014, №14-5-НП-97 и гранта Президента № МД-6465.2014.5.

Список литературы

- Беспалая Ю.В., Болотов И.Н., Махров А.А. Состояние популяции европейской жемчужницы *Margaritifera margaritifera* (L.) (Mollusca, Margaritiferidae) на северо-восточном краю ареала (р. Солза, бассейн Белого моря) // Экология. 2007. № 3. С. 222–229.
- Болотов И.Н., Беспалая Ю.В., Махров А.А., Аспхольм П.Э., Аксенов А.С., Гофаров М.Ю., Дворянкин Г.А., Усачева О.В., Вихрев И.В., Соколова С.Е., Пашинин А.А., Давыдов А.Н. Влияние истории использования и воспроизводства биологических ресурсов на современное состояние популяций европейской жемчужницы (*Margaritifera margaritifera* L.) и атлантического лосося (*Salmo salar* L.) на северо-западе России // Успехи соврем. биол. 2012. Т. 132. С. 460–478.
- Зюганов В.В. Мониторинг биосистемы «жемчужница – лосось» в Карельской реке Кереть за последние 17 лет // Успехи соврем. биол. 2008. Т. 128. Вып. 4. С. 424–430.
- Зюганов В.В., Зотин А.А., Третьяков В.А. Жемчужницы и их связь с лососевыми рыбами. М.: Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН, 1993. 133 с.
- Кулида С.В. Результаты исследований нерестово-выростного фонда семги в бассейне реки Онеги в 1981–1987 годах // Магтер. рыбохозяйственных исследований водоемов Европейского Севера. Архангельск, 2002. С. 168–188.
- Махров А.А., Иешко Е.П., Щуров И.Л., Широков В.А. Европейская жемчужница (*Margaritifera margaritifera* (L. 1758)): состояние изученности и пути сохранения в реках Карелии. // Труды Карельского научного центра РАН. № 1. Петрозаводск, 2009. С. 101–113.
- Устюжнинский Г.М. Состояние естественного воспроизводства семги реки Онега по результатам исследований 1999–2003 годов // Материалы отчетной сессии СевПИНРО по итогам НИР в 2002–2003 г. Архангельск: СевПИНРО, 2005. С. 132–137.
- Söderberg H. Flodpärmslä-vad behöver rädda arten? // Workshop in the University of Karstadt. Karlstad University Studies 2005. Karlstad, 2006. P. 5–8.

УДК 911.52 (282.2)

ОЦЕНКА ЗНАЧИМОСТИ И ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ БАСЕЙНА МАЛОЙ РЕКИ КРЫМА

А. Н. Власова

Таврический национальный университет имени В.И. Вернадского, Симферополь, avlas05@mail.ru

Рассмотрена процедура оценки значимости и чувствительности ландшафтов относительно состояния водных ресурсов как этап ландшафтного планирования территории. Проведена оценка значимости и чувствительности ландшафтов бассейна р. Малый Салгир, составлена соответствующая карта. Предложен ряд рекомендаций по целевому использованию и улучшению водно-экологической ситуации в бассейне.

Ключевые слова: ландшафтное планирование, значимость, чувствительность, малая река.

The procedure of assessment of territory's significance and sensitivity concerning condition of water resources were considered. The map of significance and sensitivity of landscapes of the Malyy Salgir river basin is made. The recommendations on improvement of water and ecological situation in the basin are offered.

Keywords: landscape planning, significance and sensitivity of landscapes, small river.

Крымский полуостров относится к регионам с недостаточной обеспеченностью водными ресурсами. Нерациональное природопользование на водосборах, конфликты между различными земле- и водопользователями отрицательно сказываются на качестве и количестве водных ресурсов. При обосновании природоохранных мероприятий для улучшения экологической обстановки в бассейнах малых рек Крыма можно использовать инструменты ландшафтного планирования.

Согласно методике ландшафтного планирования, информация о ландшафте бассейна и его компонентах оцениваются с точки зрения значимости и чувствительности относительно состояния водных ресурсов, далее определяются приоритетные направления экологически обоснованного природопользования на водосборе как основы для улучшения качества и количества вод. Цель ландшафтного планирования в таком случае — поддержание оптимального стокотрансформирующего, стокорегулирующего и водоохранного потенциала природных комплексов (Семенов, 2012). С позиций ландшафтно-гидрологического подхода значимость — это реализованный в конкретных процессах водно-ресурсный потенциал ландшафтов, учитывающий водный баланс территории и ее дренированность (Ландшафтное планирование, 2002). Стокоформирующий и стокорегулирующий потенциалы водосбора определяются особенностями рельефа, характеристиками испарения, инфильтрации, аккумуляции влаги, скоростями и длиной путей фильтрации в подземных горизонтах. Мерой «значимости» или стокоформирования территории принимается модуль стока с ландшафта в межень (Гагаринова, 2009), чем больше модуль стока, тем больше значимость.

Чувствительность территории на склонах водосборов рассматривается как возможность реализации процессов восполнения динамических запасов влаги и бассейнового регулирования водоотдачи, что обеспечивает сток рек в меженные периоды. Восполнение и расходование динамических запасов влаги на водосборе зависит в основном от влагоемкости и инфильтрационных способностей почвогрунтов (Ландшафтное планирование, 2002). При оценке чувствительности используется информация о проницаемости грунтов и пород, в пределах которых формируется фильтрационный поток, а также о крутизне склонов.

В данной работе приведена оценка значимости и чувствительности р. Малый Салгир. Река Малый Салгир (длина 22 км, площадь бассейна 96.1 км²) — правый приток крупнейшей в Крыму р. Салгир. Бассейн р. Малый Салгир охватывает нижнюю часть северо-западных склонов Главной гряды Крымских гор, природные ландшафты — лесостепные и лесные, в настоящее время можно выделить селитебные (городская и сельская застройка, в нижнем течении река протекает по территории г. Симферополь), сельскохозяйственные (поля, пастбища, сады), водохозяйственные (пруды) антропогенные ландшафты. Растительность представлена разнотравными степями, кустарниковыми зарослями типа «дубки» и «шибляк», дубовыми лесами (Власова, 2013). Почвы бассейна — черноземы (разные подтипы), дерновые карбонатные, луговые и лугово-черноземные, в верховьях — бурые горно-лесные, буроземы горные остепенённые. Модули стока в пределах бассейна р. Малый Салгир изменяются от 2.5 до 6 л/с·км².

Для оценки значимости и чувствительности был собран большой объем пространственных данных о рельефе, литологии, поверхностных водах, почвенном покрове, растительных сообществах, современном природопользовании в бассейне р. Малый Салгир. Использовались топографические, почвенные, геологические карты, карты растительности, материалы дистанционного зондирования и полевых исследований. Вся эта информация была обработана в ArcGIS, автором была составлена карта современных ландшафтов бассейна и база данных о ландшафтных выделах, включающая как естественные характеристики компонентов, так и сведения о реальном использовании земель. Далее были выбраны критерии для оценки значимости и чувствительности с учетом природных и хозяйственных особенностей бассейна.

В данной работе критериями оценки категории «значимость» ландшафтно-гидрологических условий являются (Гагаринова, 2009): возможность поддержания оптимального сочетания стокоформирующего и стокорегулирующего потенциалов территории при различных режимах увлажнения; уровень водообеспечения, индицируемый по величине модуля стока. Так как количественных характеристик этих потенциалов не существует, оценка проводилась аналитическим путем: ландшафтные выделы относились к той или иной категории на основе их функциональной гидрологической роли с учетом их положения в бассейне.

В бассейне р. Малый Салгир были выделены три зоны с различными уровнями гидрологической значимости:

- высоко значимые — склоны в верхней части течения реки, покрытые лесом, модуль стока 5–6 л/с·км²;
- средние значимые — 4.1–5 л/с·км², часть бассейна вниз по течению реки, занятая в сельскохозяйственных угодьях (пашни, сады) на месте разнотравных степей;
- низко значимые — 3–4 л/с·км², нижняя часть бассейна, занятая в основном урбанизированными территориями.

Данные зоны относительно однородны с точки зрения стокоформирующего потенциала, что подтверждается ландшафтной структурой территории. Гидрологические и гидрохимические характеристики поверхностного и подземного стоков территории подчинены выраженной на данной территории высотной поясности ландшафтов.

Чувствительность ландшафтов бассейна определяется стокорегулирующим потенциалом ландшафтов, который зависит от влагоемкости и инфильтрационных способностей почвенно-растительного покрова. Критериями для оценки «чувствительности» бассейна р. Малый Салгир приняты: механический состав почвогрунтов, уклон поверхности, тип растительности, антропогенная преобразованность ландшафтов. Критерии чувствительности в гидрологическом аспекте регламентируют возможность использования объектов гидросферы в связи с различными природными и антропогенными процессами (Бабин, 2011). По совокупности признаков и выбранных критериев участок бассейна относился к определенной категории чувствительности. Объекты склонового уровня имеют разную чувствительность, понижающуюся от участков, покрытых дубовыми лесами до урбанизированных ценозов. На рассматриваемой территории были выделены три группы ландшафтов, различающихся по расположению в бассейне:

- высоко чувствительные — пойменные ландшафты; водораздельные поверхности; склоны в верхней части бассейна, покрытые лесом из дуба пушистого, чувствительные к рубкам; участки в среднем течении с естественной растительностью «дубки» и «шибляк», лесокустарниковыми зарослями и разнотравными степями.
- средне чувствительные — крутые склоны, покрытые кустарниками, различные сельскохозяйственные угодья (пастбища, пашни, сады);
- низко чувствительные — участки с выходами плотных карбонатных пород на поверхность, открытые земли без растительного покрова, застроенные территории.

С помощью оценки территории в категориях значимости и чувствительности могут быть определены функции использования ландшафтов. Методика ландшафтного планирования предполагает выделение трех типов целей: сохранение, развитие и улучшение (Ландшафтное планирование, 2002). При сочетании высоких уровней «значения» и «чувствительности» развитие территории рекомендуется по сценарию ее сохранения. Для бассейна р. Малый Салгир цели развития дифференцированы следующим образом:

1. Зона преимущественного сохранения современного состояния и использования — территории, обладающие высокими значимостью и чувствительностью:
- сохранение отказа от использования — высокозначимые и высокочувствительные территории, покрытые ду-

бовыми лесами и кустарниками склоны разной крутизны в верховьях реки. Эти территории обладают наиболее высоким стокоформирующим и водорегулирующим потенциалом, стабильным подземным притоком в реки в меженные периоды, для них характерна повышенная чувствительность долинных комплексов к изменениям гидрологического режима. Так же в эту группу относятся водоохранные зоны и защитные лесонасаждения.

- сохранение экстенсивного использования — высокочувствительные пойменные территории, аквальные системы (реки и водотоки, пруды). Рекомендуется отказаться от развития новых видов деятельности, здесь запрещено строительство и устройство свалок.

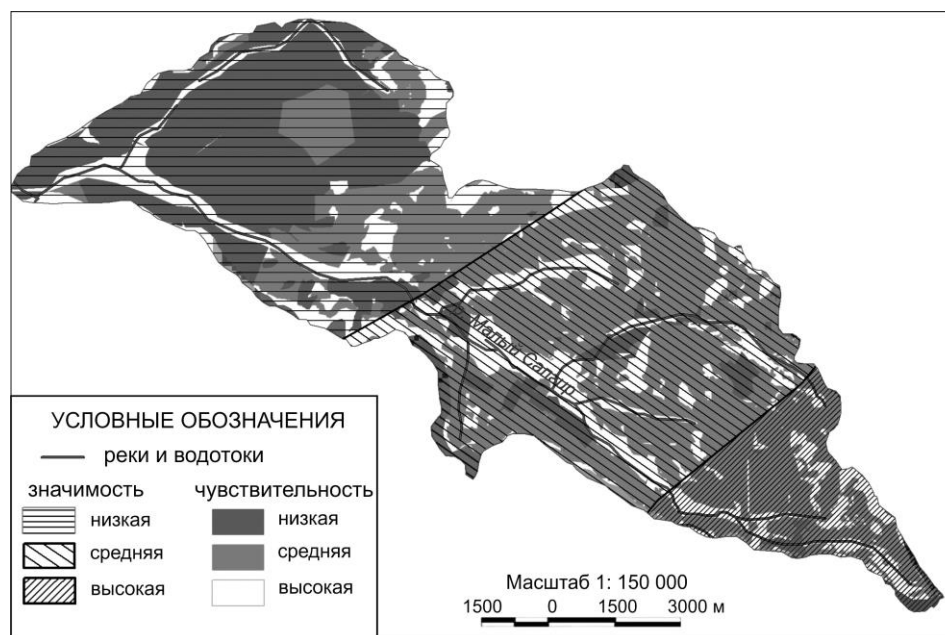


Рис. 1. Значимость и чувствительность ландшафтов бассейна р. Малый Салгир.

2. Зона развития существующего и планируемого использования — природные комплексы, обладающие высоким и средним значениями и средней чувствительностью — склоны и террасы, обеспечивающие водосборные функции. Ресурсы подземных вод в сухие периоды понижены в связи с недостаточностью их восполнения. Территория характеризуется большой устойчивостью, но инфильтрационные характеристики почв ухудшены. Включают в себя подзоны:

- регламентированное экстенсивное развитие — сады, виноградники, пашни на среднезначимых склоновых территориях в среднем течении р. Малый Салгир на месте разнотравных степей, пастбища на крутых склонах, парковые территории в пределах г. Симферополь.

- регламентированное интенсивное развитие — земли населенных пунктов, где все компоненты ландшафта сильно изменены антропогенной деятельностью. Это застроенные территории на склонах разной крутизны в разных частях бассейна, поверхностные воды в данной части бассейна загрязнены.

Рекомендуется использовать технологии, способствующие сохранению стабильности экосистем и их способности к самовосстановлению.

3. Зона улучшения с последующим переводом в категорию «сохранение» - природные комплексы в пределах населенных пунктов, обладающие низкой значимостью как в связи с низким природным стокоформирующим потенциалом, так и в результате нарушения естественного гидрологического режима территории. Низкая чувствительность связана с длительным антропогенным вмешательством, несоблюдением установленного охранного режима, это водоохранные зоны реки и притоков в пределах г. Симферополя. Здесь должны быть запрещены распашка земель, строительство, устройство свалок, полей фильтрации, проведена санация нарушенных участков.

Таким образом, проведенная оценка значимости и чувствительности может быть использована при определении мероприятий, которые необходимы для решения экологических проблем в бассейне р. Малый Салгир и охраны чистоты вод.

Список литературы

- Бабин В.Г., Семенов Ю.М., Шмаудер Г. и др. Геоинформационные технологии для ландшафтного планирования Кош-Агачского района (Республика Алтай) // ИнтерКарто - Интер ГИС 17. Устойчивое развитие территорий: Теория ГИС и практический опыт: Мат. Межд. конф. Барнаул, 2011. С. 312–317.
- Власова А.Н. Структура землепользования и антропогенная преобразованность ландшафтов бассейнов малых рек системы Салгира // Географические и геоэкологические исследования в Украине и сопредельных территориях: Мат. II Междунар. научн. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных. Симферополь: ДИАЙПИ, 2013. Т.1. С. 23–27.
- Гагаринова О.В., Саядян О.Я. Гидрологические основы ландшафтного планирования бассейна озера Севан // География и природные ресурсы. 2009. № 3. С. 143–150.

Ландшафтное планирование: принципы, методы, европейский и российский опыт / Антипов А.Н., Дроздов А.В., Кравченко В.В. и др. Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2002. 141 с.

Семенов Ю.М., Семенова Л.Н., Кочеева Н.А., Адамова А.С. Оценка и определение целевых функций почв при ландшафтном планировании степных территорий // Степи Северной Евразии: Мат. VI Междунар. симпозиума. Оренбург, 2012. С. 665–668.

УДК 575.21:594.1

СООТВЕТСТВУЕТ ЛИ ФОРМА РАКОВИН СФЕРИИД ЛОГАРИФМИЧЕСКОЙ СПИРАЛИ?

И. С. Ворошилова¹, А. А. Фролов², С. И. Андреева³

¹Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанова РАН,
152742, Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок, E-mail: issergeeva@yandex.ru

²Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН,
183010, г. Мурманск, ул. Владимирская, 17, E-mail: fly1616@yandex.ru

³Омская государственная медицинская академия, 644099, г. Омск, ул. Спартаковская, 9, E-mail: siandreeva@yandex.ru

Проанализированы контуры фронтального сечения *Sphaerium corneum* (Linnaeus, 1758) и *Amesoda galitzini* (Glessin, 1875). Описаны внутривидовые варианты этого признака. Установлено, что контуры фронтального сечения сфериид в большинстве случаев не соответствуют отрезку логарифмической спирали. Показано, что значения соотношения выпуклости и высоты иногда могут совпадать у разных видов. В таких случаях кривая фронтального сечения может быть использована в качестве дополнительного признака для идентификации видовой принадлежности моллюсков.

Ключевые слова: фронтальный контур, логарифмическая спираль.

Abstract The contours of the frontal section of shell valves *Sphaerium corneum* (Linnaeus, 1758) и *Amesoda galitzini* (Glessin, 1875) have been analyzed. This study examined infraspecific variations of this character. It was established that the contours of the frontal section of spheriids do not correspond to the segment of the logarithmic spiral in most cases. It is shown that in different species the values of ratio protuberance and height coincide sometimes. In case of need, the curvature of the frontal section of shell valves may be used as the complementary character for the species identification of these mollusks.

Keywords: frontal section, logarithmic spiral.

Идентификация видовой принадлежности двустворчатых моллюсков становится необходимым этапом изучения тех аспектов функционирования водных экосистем, которые связаны с процессами самоочищения водотоков, промежуточными стадиями развития паразитов, а также кормовой базой рыб и птиц. Одним из основных диагностических признаков считается форма раковины. Увеличение размеров моллюска происходит путем нарастания подобных частей по краю створки. Предполагается, что в результате такого роста кривая фронтального контура сфериид имеет форму отрезка логарифмической спирали (Алимов, 1967).

Основное свойство такой кривой заключается в том, что величина угла между касательной и полярным радиусом неизменна для любой части этой фигуры. Графический метод определения полярного центра и постоянного угла спирали был разработан и впервые применен А.Ф. Алимовым (1967) на примере видов *Sphaerium corneum* (Linnaeus, 1758) и *Musculium lacustre* (Müller, 1774). Предположение о видоспецифичности формы контуров стало причиной пересмотра традиционной системы видов пресноводных моллюсков (Корнюшин, 2002). В дальнейшем определение значений полярного угла заменено на менее трудоемкий компараторный метод, в ходе применения которого сопоставляют кривые фронтального сечения раковин (Логвиненко, Старобогатов, 1971, Скарлато и др., 1990). Метод неоднократно подвергался критике (Корнюшин, 2002; Кафанов, 2007, Graf, 2007). В последние годы дискуссии по этой теме возникают вследствие того, что внутривидовой полиморфизм контуров мало изучен, а для значений индексов, характеризующих форму раковин двустворчатых моллюсков, нередко отсутствует хиатус. Поэтому неизбежны разные точки зрения относительно таксономического статуса видов, выделенных компараторным методом (Болотов и др., 2013, Богатов, 2009, 2013, Ворошилова, 2013).

Методические рекомендации для изучения полиморфизма контуров компараторным методом изложены О.А. Скарлато, Я.И. Старобогатовым и Н.И. Антоновым (1990). Попытки анализировать полиморфизм предпринимались неоднократно, но результаты этих исследований не были опубликованы (Корнюшин, 1996, 2002). Сведения же о внутривидовых вариантах контуров необходимы для правильной диагностики видовой принадлежности моллюсков.

В работе проанализированы фронтальные контуры особей *S. corneum* из озера около р. Сямжена (бассейн р. Северная Двина) 7 экз., *Amesoda galitzini* (Glessin, 1875) из р. Гремячая (бассейн р. Нева) 6 экз., р. Умба (бассейн Белого моря) 2 экз. и по 1 экз. из канала Рыбинского водохранилища и Красного ручья (бассейн Верхней Волги). Фотографии контуров получены с помощью системы визуализации ToprCam TP603100A и стереомикроскопа MC-2-ZOOM вар. 2CR при увеличении объектива x1. Камера устанавливалась не на наклонные тубусы стереомикроскопа, а на видеоокуляр, расположенный перпендикулярно основанию микроскопа. В связи с этим система визуализации позволила избежать использования приспособлений типа «камера люцида» и наклонного рисовального столика, указанных в стандартной методике компараторного метода (Скарлато и др., 1990). Для получения фотографии фронтального контура раковины моллюсков устанавливали таким образом, чтобы совпадали вершины зубов передней и задней части замка. Промеры высоты фронтального сечения, выпуклости и длины раковины выполнены при помощи окуляра WF 10x (с измерительной шкалой 0.1 мм) по стандартной методике (Скарлато и др., 1990). Определение величины полярного угла логарифмической спирали проводили графическим методом с выполнением дополнительных построений (Алимов, 1976, Ворошилова, 2013).

По фотографиям отчетливо видно, что фронтальные контуры состоят из отдельных сегментов, разделенных участками остановки роста. Для части раковины, формирующейся до первой остановки роста *S. corneum* значения полярного угла соответствовали таковым, определенным ранее (Алимов, 1976) и составляли 70° . Формы контуров двустворчатых моллюсков лишь приблизительно соответствуют отрезку логарифмической спирали, поэтому возможны ошибочные определения значений полярного угла для целого контура, или частей створки, включающих несколько сегментов. В каждом из отдельных сегментов раковины возможно определение своего полярного центра. После уменьшения размера изображения возможно выполнение геометрических построений, позволяющих вычислять постоянный угол спирали для тех контуров, изменение положения полярных центров которых незначительны. Тем не менее, учитывая большую вероятность ошибочных определений значений полярного угла, его применение для идентификации видовой принадлежности и классификации моллюсков по нашему мнению нерационально.

Форма фронтального контура зависит не только от величины полярного угла, но и от траектории смещения полярного центра. В ходе работы выявлено 5 вариантов взаимного расположения первых 3–4 сегментов (рис.).

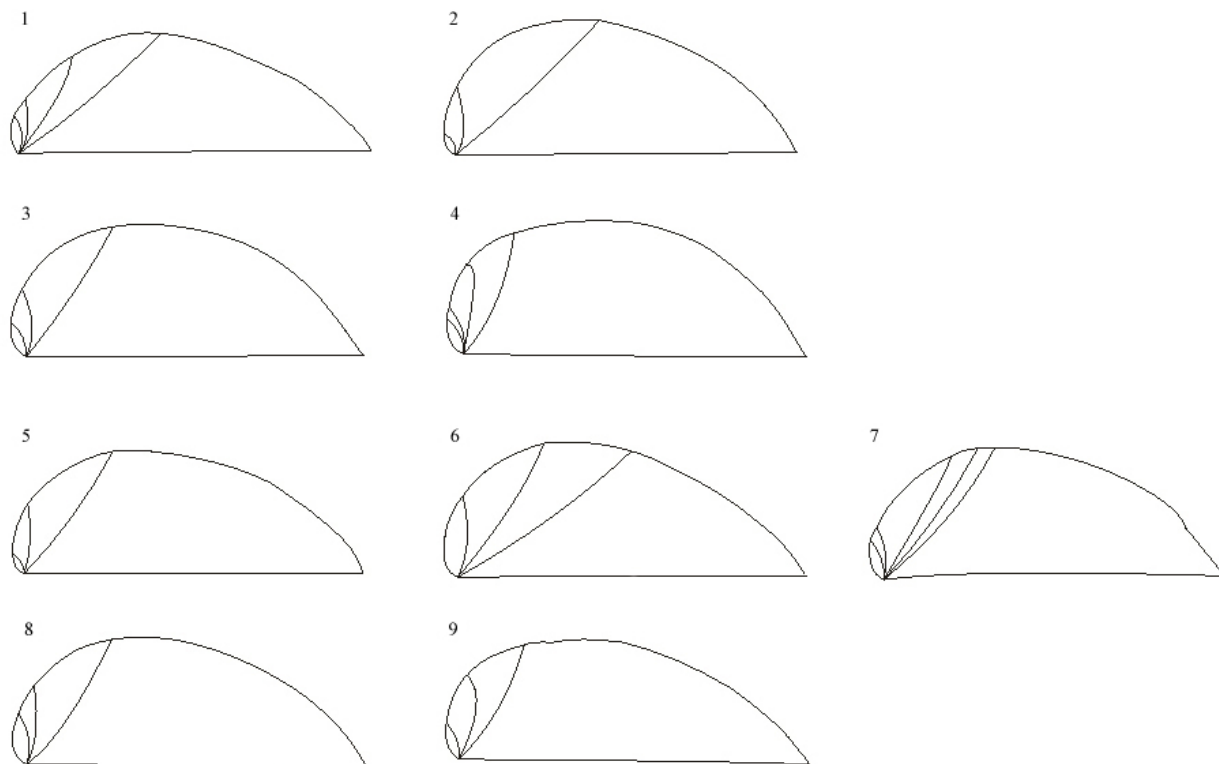


Рис. Внутривидовые варианты формы фронтального контура у *S. corneum* (1–4) и *A. galitzini* (5–9).

Определить величину полярного угла фронтальных контуров раковин *A. galitzini* ни на одном из участков раковины не удалось. Вероятно, представители этого вида имеют более сложную форму сегментов раковины, не соответствующую логарифмической спирали. Следует отметить, что ни один из внутривидовых вариантов контуров *A. galitzini* не совпал по форме с контурами *S. corneum* (рис. 1). Пределы варьирования индексов $B/H_{\max}$ представителей этих двух видов перекрывались и составляли 0.65–0.78 (длина раковины *S. corneum* 5.1–9.4 мм, *A. galitzini* — 5.9–9.7 мм). Значения этого индекса у особей *S. corneum* по данным А.В. Корнюшина (1996) варьировали в еще более широких пределах 0.57–0.90.

В работе А.И. Кафанова (1975) показано, что величина полярного угла, следовательно, и форма контура, определяется значениями этого индекса. Этот вывод, вероятно, относится только к тем случаям, когда форма раковины идеально соответствует участку логарифмической спирали. В ходе нашей работы даже у особей *S. corneum* не выявлено моллюсков с подобной формой раковины. Вследствие нарушений роста возможно формирование относительно плоских *S. corneum* и выпуклых *A. galitzini*. Следует отметить, что отсутствие хиагуса по индексам между «хорошими» видами в некоторых случаях отмечал и А.В. Корнюшин (1996).

Внутривидовые варианты контуров, а также широкий диапазон варьирования индекса, вероятно, возникают в результате изменения взаимного расположения и размеров новых сегментов в результате изменений скорости роста моллюска. Значения индекса $B/H_{\max}$ у отдельных особей разных видов могут быть одинаковыми, но при этом створки по кривизне фронтального сечения различаются. В таких случаях сравнение форм контуров компараторным методом (с учетом внутривидовых вариаций) может быть полезным дополнением к идентификации по основным признакам, обычно применяемым для диагностики этих видов.

Авторы благодарны к.б.н. А.А. Махрову, к.б.н. А.В. Кучерявому, к.б.н. А.Н. Красногоровой за помощь в сборе моллюсков и определение видовой принадлежности *A. galitzini*. Исследование проведено при финансовой поддержке МК-2455.2013.4, РФФИ (грант – 14-04-00213 – А).

Список литературы

- Алимов А.Ф. Особенности жизненного цикла и роста пресноводного моллюска *Sphaerium corneum* (L.). // Зоол. журн. 1967. Т. 46. № 2. С. 192–199.
- Богатов В.В. Принадлежат ли европейские жемчужницы рода *Margaritifera* (Mollusca, Bivalvia) к одному виду? // Изв. РАН. Сер. биол. 2009. № 4. С. 497–499.
- Богатов В. В. О затянувшейся дискуссии по поводу состава рода *Margaritifera* Schum., 1915 (Mollusca, Bivalvia) // Изв. РАН. Серия биологическая. 2013. № 5. С. 637–640.
- Болотов И.Н., Махров А.А., Беспалая Ю.В. и др. Итоги тестирования компараторного метода: кривизна фронтального сечения створки раковины не может служить систематическим признаком у пресноводных жемчужниц рода *Margaritifera* // Изв. РАН. Сер. биол. 2013. № 1. С. 245–256.
- Ворошилова И.С. Видоспецифичны ли контуры фронтального сечения створок раковин у двустворчатых моллюсков? // Изв. РАН. Сер. биол. 2013. № 3. С. 324–331.
- Кафанов А.И. Об интерпретации логарифмической спирали в связи с анализом изменчивости и роста двустворчатых моллюсков // Зоол. журн. 1975. Т. 54. № 10. С. 1457–1467.
- Кафанов А.И. К анализу творческого наследия Я.И. Старобогатова (вместо предисловия) // Теоретические и практические проблемы изучения сообществ беспозвоночных: памяти Я.И. Старобогатова. М.: КМК, 2007. С. 5–16.
- Корнюшин А.В. Двустворчатые моллюски надсемейства Pisidioidea Палеарктики: фауна, систематика, филогения. Киев: Ин-т зоологии НАНУ, 1996. 176 с.
- Корнюшин А.В. О видовом составе пресноводных двустворчатых моллюсков Украины и стратегии их охраны // Вестн. зоологии. 2002. Т. 36. № 1. С. 9–23.
- Логвиненко Б.М., Старобогатов Я.И. Кривизна фронтального сечения как систематический признак у двустворчатых моллюсков // Науч. докл. высш. шк. Биол. науки. 1971. № 5. С. 7–10.
- Скарлато О.А., Старобогатов Я.И., Антонов Н.И. Морфология раковины и микроанатомия // Методы изучения двустворчатых моллюсков. Л.: Тр. Зоол. ин-та РАН, 1990. Т. 219. С. 4–32.
- Graf D.L. Palearctic freshwater mussel (Mollusca: Bivalvia: Unionoidea) diversity and the Comparatory Method as a species concept // Proc. Acad. Natural Sci. Philadelphia. 2007. V. 156. P. 71–88.

УДК 595.771

О РЕЗУЛЬТАТАХ ПРИМЕНЕНИЯ БАКТЕРИАЛЬНОГО ПРЕПАРАТА ПРОТИВ ЛИЧИНОК МОШЕК НА РЕКЕ ТЕПЛАЯ В 2013 Г.

Е. С. Габдуллин, К. К. Ахметов

Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, Казахстан, г. Павлодар, ermek-ges@mail.ru

Данная статья содержит результаты обработки бактериальным препаратом «Вектобак 12AS» против личинок мошек на реке Теплая. А так же изучение сезонной динамики численности мошек.

Ключевые слова: генерация, биопрепарат, эффективность.

Начиная с 2002 по 2013 гг. на р. Теплая проводятся полномасштабные противосимулидные мероприятия с использованием биологических препаратов на основе штаммов бактерии *Bacillus thuringiensis* var. *Israelensis*.

При проведении мероприятий по снижению численности кровососущих мошек бактериальным препаратом «Вектобак 12 в.с.» были проведены плановые учеты изменения численности личинок мошек, развивающихся в обрабатываемом водоеме.

Для проведения исследований влияния препарата «Вектобак 12 в.с.» на личинок, мошек нами были определены 3 участка:

1. Участок р. Теплая в районе г. Аксу;
2. Участок реки в районе с. Парамоновка;
3. Участок реки в районе г. Павлодар;

На основании проведенных многолетних обработок бактериальными препаратами отмечаем, что концентрация препарата 3.0 г/л является летальной для личинок кровососущих мошек. Полученные данные с мест, подвергшихся обработке и необработанных участков, говорят о значительном снижении личинок мошек.

Первые личинки ранних возрастов развития были обнаружены в третьей декаде апреля 2013 г. Начиная со II и III декады мая наблюдается увеличение числа личинок на всех участках реки.

18.05.2013 г. препарат был применен на р. Теплой в районе г. Аксу (40 км выше г. Павлодара), численность личинок на момент обработки составляла 621.84 лич/дм² (личинок на 1 дм²) субстрата (табл. 1), основную долю которых представляли личинки II–IV возрастов. Количество рассчитанного объема препарата составило 1134 л (концентрация 3.0 г/л). Препарат был внесен локально, в места максимальной численности мошек. При сборах через сутки после обработки на р. Теплой личинки мошек составило от 10.2 до 25.1 лич/дм² субстрата. Через 48 часов плотность личинок на обработанном участке составляла от 4.8 до 6.4 лич/дм² субстрата (табл. 1), что связано со сносом личинок с необработанных участков (участки р. Теплой у Аксуской ГРЭС). По истечении 72 часов после обработки на р. Теплой личинки мошек в сборах отмечена от 7.3 до 9.4 лич/дм² субстрата.

Первые личинки ранних возрастов следующей генерации были обнаружены в пробах в первой декаде июня 2013 г. К 03.06.2013 г. численность мошек на р. Теплой достигла 732.6 лич/дм² субстрата (табл. 1), основную долю которых составляли личинки II–IV возрастов.

04.06.2013 г. была проведена локальная обработка р. Теплой (протяженность маршрута обработки 23 км, от г. Павлодара до г. Аксу). Количество рассчитанного объема препарата составило 1539 л. При сборах через 24–72 часов после обработки на р. Теплой численность личинок мошек составляла 117.0–12.4 лич/дм² субстрата.

Таблица 1. Численность личинок мошек в р. Теплой в мае–августе 2013 г.

Место сбора	Дата										
	1 мая	3 мая	9 мая	11 мая	14 мая	16 мая	20 мая	24 мая	26 мая	28 мая	1 июня
г. Аксу	13.8	71.3	64.7	78.6	83.4	596.1	17.6	6.4	9.4	52.4	87.1
с. Парамоновка	5.6	48.6	49.3	54.1	87.2	647.58	25.1	4.8	8.1	68.1	92.1
г. Павлодар	84	92.3	56.3	46.4	90.0	621.84	10.2	5.6	7.3	36.2	83.1
г. Аксу	841.3	126.7	31.6	16.3	19.3	37.8	37.5	53.1	87.3	98.6	765.4
с. Парамоновка	623.9	107.3	24	8.5	15.1	23.0	39.1	47.4	83.1	96.2	724.6
г. Павлодар	732.6	117	27.8	12.4	17.2	30.4	38.3	49.7	80.1	111.3	745.0
г. Аксу	63.1	31.7	25.4	38.4	48.6	60.4	43.5	63.2	63.1	70.8	58.4
с. Парамоновка	47.9	27.0	21.2	34.7	39.8	63.2	37.6	50.4	54.8	67.5	47.2
г. Павлодар	54.8	28.7	23.6	36.4	42.8	58.4	39.2	58.7	61.0	69.1	49.8

- обработка, 24, 48, 72 часа после обработки.

III тур обработки р. Иртыш и р. Теплой препаратом «Вектобак 12 в.с.» был проведен 29 июня 2013 г. Кенжеколь. Количество внесенного препарата р. Теплой составило 300 л, р. Иртыш — 1927 л. Препарат был внесен локально, в места максимальной численности мошек. На всех учетных площадках реки по истечении 24–72 часов после обработки отмечалось снижение численности личинок. Результаты проведенной обработки представлены в таблице 1.

За период применения препарата довольно значительно снизились нападения мошек в городе Павлодаре, так например в 2000 г. в г. Павлодаре количество нападений имаго мошек составило 340 экз./за 20 мин. учет; в 2001 г. — 395. В 2002 г. впервые был применен биологический препарат, после чего количество нападений мошек в городе сократилось до 20 экз./за 20 мин. учет; в 2003 г. — 14; 2004 г. — 12, 2012 г. — 4–6, 2013 — 11. 04.06–07.06. 2013 г. в г. Павлодар наблюдалось максимальное количество нападений имаго мошек, которые составило 6–8 экз./за 20 мин. учета.

Анализируя ситуацию по нападению мошек в г. Павлодаре, необходимо отметить, что следует отличать «назойливость и докучливость» имаго мошек от активного кровососания, при котором наблюдается агрессивность нападения крылатых форм по отношению к человеку.

В конечном итоге при проведении мероприятий по снижению численности мошек в г. Павлодаре с использованием бактериального препарата не преследуется цель — полностью уничтожить популяцию мошек, а лишь сдерживать их на определенном низком уровне, для создания благоприятных санитарно-эпидемиологических условий проживания и работы населения г. Павлодара.

Высокий процент гибели личинок вызван применением препарата в сроки массового развития личинок II–IV стадий, расчетом необходимой концентрации препарата в воде, с учетом места и технологии его внесения. Все это в совокупности дало достаточно высокую эффективность работ по снижению численности кровососущих мошек в среднем течении р. Иртыш. Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о перспективности использования бактериальных препаратов для регуляции численности личинок кровососущих мошек.

УДК 576.89

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ПОКАЗАТЕЛИ ЗАРАЖЕННОСТИ ПАЗИТАМИ СИГОВЫХ РЫБ Р. СЫНЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ПОЙМЕ МАЛОЙ ОБИ

А. Л. Гаврилов, О. А. Госькова

ФГБУН Институт экологии растений и животных УрО РАН, 620144, Екатеринбург, 8 Марта 202,

E-mail: gavrilo@ipae.uran.ru; goskova@ipae.uran.ru

Многолетний мониторинг состояния сиговых рыб в период нерестовой миграции в уральском притоке нижней Оби, р. Сыне, показал низкий индекс видового разнообразия сообществ паразитов. В зависимости от гидрологических условий в период нагула производителей в пойме Оби показатели зараженности изменялись неодинаково в связи с особенностями экологии разных видов сиговых рыб

Ключевые слова: сиговые рыбы, паразитофауна, гидрологические условия, паразитарные сообщества, река Сыня, Малая Обь.

Long-term monitoring of the coregonid fishes' condition showed low index of species diversity in parasitological communities during spawning migration of the Sinya river, tributary of the lower Ob. Invasion abundance varied erratically by reason of different coregonid fishes' ecology depending on hydrological conditions during feeding period of spawners in the Ob river's floodplain.

Keywords: coregonid fishes, parasite fauna, parasitological communities, hydrological conditions, Sinya river, Small Ob.

Река Сыня — левобережный приток Оби, берущий начало на восточном склоне Полярного Урала. Река впадает в Малую Обь, крупный судоходный рукав нижнего течения Оби. В Обском бассейне р. Сыня является одним из основных нерестилищ полупроходных сиговых рыб, среди которых обычно преобладает пелядь, наиболее значима роль р. Сыни в воспроизводстве сига-пыжьяна Обского бассейна (Москаленко, 1971; Госькова, 2010; Богданов, 2013).

В низовье Оби, в связи пониженным равнинным рельефом местности, хорошо развита пойменная (соровая) система. В сорах, расположенных в районе рукавов Большой и Малой Оби, нагуливаются перед подъемом

на нерест производители сиговых рыб (Москаленко, 1971). Повышение темпа роста рыб и ускорение созревания поколений наблюдается после многоводных лет в связи с расширением площадей и удлинением периода нагула в затопленной пойме.

Цель работы — оценить влияние межгодовые изменения условий обитания сиговых рыб в пойме Оби на зараженность паразитами.

Для характеристики гидрологических условий в пойме Малой Оби использовался среднесуточный суммарный уровень воды за период открытого русла (Богданов, Агафонов, 2001). По данным гидропоста с. Мужа средний уровень периода открытого русла за исследуемый период составлял 588 см, а длительность затопления низин поймы 64 дня. Анализ паразитарных сообществ проводился с расчетом и оценкой статистических индексов (Мэгарран, 1992; Доровских, 2002).

В ходе мониторинга воспроизводства сиговых рыб в среднем течении р. Сыни с 1992 по 2013 гг. проводились ежегодные паразитологические исследования производителей в ходе нерестовой миграции. Исследовано более 2 тысяч половозрелых особей пеляди, сига-пыжьяна, чира, тугуна и сибирской ряпушки. Выявлен качественный состав паразитов включающий 23 вида (табл. 1). Паразиты сиговых рыб представлены следующими систематическими группами: Plasmosporidia — 1, Cnidosporidia — 1, Monogenoidea — 3, Trematoda — 4, Cestodea — 4, Nematoda — 5, Acanthocephala — 2, Crustacea — 2, Hirudinea — 1.

Таблица 1. Качественный состав паразитов производителей сиговых рыб р. Сыни

Вид паразита	Пелядь	Сиг-пыжьян	Чир	Тугун	Ряпушка
<i>Dermocystidium salmonis</i>	+	+	+	-	+
<i>Henneguya zschokkei</i>	+	+	+	-	-
<i>Discocotyle sagittata</i>	+	+	+	+	+
<i>Phyllodistomum conostomum</i>	-	-	-	+	-
<i>Crepidostomum farionis</i>	-	-	-	+	-
<i>Diplostomum spathaceum</i> (mtc)	+	+	+	+	+
<i>Diplostomum helveticum</i> (mtc)	-	-	-	-	+
<i>Ichthyocotylurus erraticus</i> (mtc)	+	+	+	+	+
<i>Ichthyocotylurus pileatus</i> (mtc)	+	+	+	+	-
<i>Diphyllobothrium dendriticum</i> (pl.)	+	-	+	-	-
<i>Diphyllobothrium ditremum</i> (pl.)	+	+	+	+	+
<i>Proteocephalus exiguus</i>	+	+	+	-	-
<i>Triaenophorus crassus</i> (pl.)	-	-	-	+	+
<i>Philonema sibirica</i>	+	+	-	-	+
<i>Cystidicola farionis</i>	-	+	+	-	+
<i>Capillaria salvelini</i>	-	-	-	-	+
<i>Raphidascaris acus</i> (l)	-	+	-	+	-
<i>Nematoda</i> sp.	-	-	-	+	-
<i>Neoechinorhynchus crassus</i>	+	-	+	+	+
<i>Metechinorhynchus salmonis</i>	-	+	-	-	-
<i>Salmincola extumescens</i>	+	-	-	-	-
<i>Salmincola extensus</i>	+	-	-	-	-
<i>Piscicola geometra</i>	+	+	+	-	-
Общее число видов	14	13	12	11	11

В целом, по нашим и литературным данным (Титова и др., 1976) у сиговых рыб в уральских притоках нижней Оби обнаружено 34 вида паразитов, относящихся к 12 классам: Diplomonadea — 1, Myxosporidia — 4, Oligohymenophorea — 1, Ichthiosporea — 1, Monogenea — 3, Cestoda — 4, Trematoda — 7, Nematoda — 4, Palaeacanthocephala — 1, Eoacanthocephala — 1, Hirudinea — 1, Crustacea — 3. Все выявленные виды паразитов широко распространены среди лососеобразных рыб ледовитоморской провинции (Титова и др., 1976) (рис. 1).

Среди эндопаразитов производителей сиговых рыб, на протяжении всего периода исследований, доминировал один вид — трематода *Ichthyocotylurus erraticus* mtc. (*I. erraticus*) (Гаврилов, 2010). Личинки паразита локализируются в основном в перикарде сердца рыбы, где инкапсулируются на стадии метацеркария. Динамика зараженности в зависимости колебания уровня воды представлена на рисунке 2. Зараженность рыб достигала максимума в периоды многоводных лет: 1994; 1996–99 гг.: чир (ИО = 733); сиг-пыжьян (ИО = 615); пелядь (ИО = 212).

В целом, за более чем двадцатилетний период наблюдений, в цикличности маловодных и многоводных лет в пойме Малой Оби отмечается тренд на снижение водности реки. Данные условия приводят к сокращению сроков затопления поймы с 74 (в 90-е годы XX-го века) до 64 дней (в 2001–2013 гг.) и к уменьшению периода нагула сиговых рыб. Длительные периоды маловодья способствовали снижению зараженности личинками массового паразита.

Оценка корреляционной связи (с использованием непараметрической статистики), между условиями водности Малой Оби и обилием метацеркарий трематоды *I. erraticus* не показала достоверной зависимости данных показателей непосредственно в год наблюдений. Изучение зараженности сиговых рыб массовыми паразитами за длительный период выявило сложную зависимость данных факторов. При повышении водности реки наблюдается омоложение производителей сиговых рыб, которое отражается на количественных показателях зараженности особей.

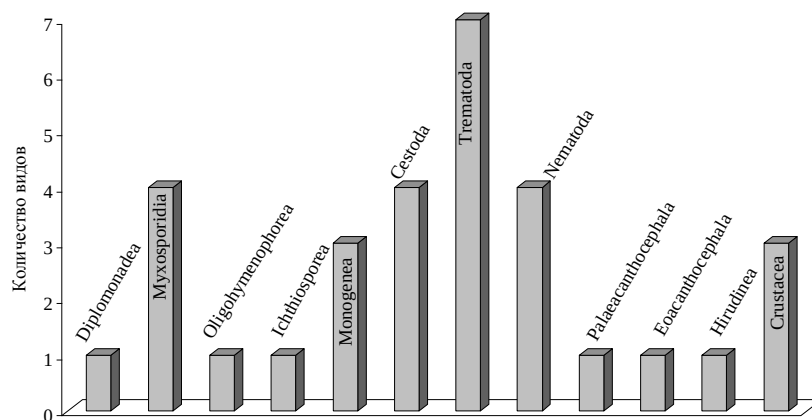


Рис. 1. Распределение паразитов сиговых рыб по систематическим группам в уральских притоках нижней Оби.

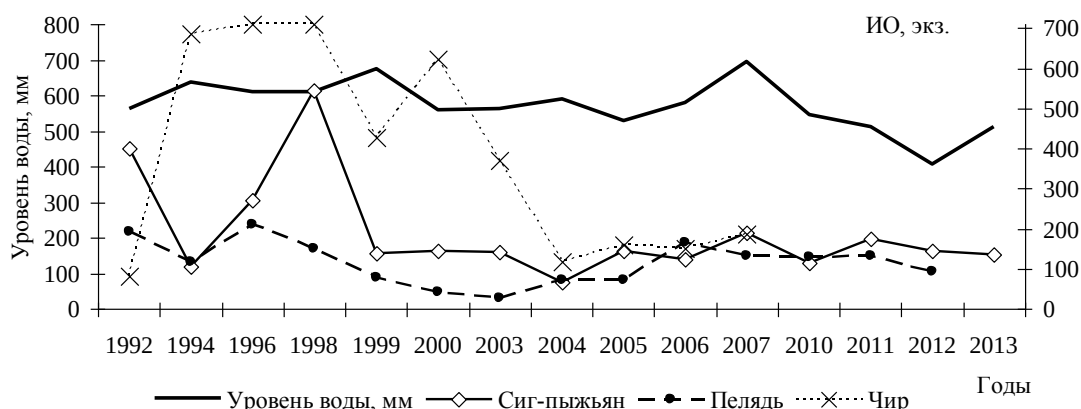


Рис. 2. Межгодовая динамика зараженности (ИО - индекс обилия) сиговых рыб р. Сыня метацеркариями трематоды *Ichthyocotyliurus erraticus* в зависимости от колебания уровня воды.

Компонентное сообщество паразитов пеляди (сига-планктофага), наиболее массового вида производителей сиговых рыб на нерестилищах в р. Сыне, характеризуются высокими показателями индексов доминирования: индекс Симпсона, $D_{sm} = 0.93$ (0.87–0.97) и индекс Бергера-Паркера, $d = 0.96$ (0.93–0.97). В течение периода наших наблюдений в р. Сыне у пеляди отмечалось от 5 до 10 видов паразитов в разные годы. Большая доля массового вида в паразитарном сообществе пеляди приводит к снижению видового разнообразия паразитов (индекс Шеннона, $H = 0.34$ (0.15–0.62)). Видовое разнообразие паразитов пеляди возрастает в многоводные годы, в среднем $H = 0.57$ и снижается в периоды маловодья, в среднем $H = 0.25$. Индекс полидоминантности ($1/d$), учитывающий долю обычных видов в сообществе паразитов, был низким, изменяясь в пределах от 0.06 до 0.13.

Второй по численности среди производителей сиговых рыб в р. Сыне, сиг-пыжьян, характеризуется меньшим видовым разнообразием паразитов. Обычно у него регистрируются в разные годы от 2 до 7 видов паразитов. Средняя величина индекса Шеннона — 0.20 (0.08–0.84). Сиг-пыжьян — типичный бентофаг, рост и созревание поколений которого в меньшей степени по сравнению с пелядью зависит от колебаний размеров площади и продолжительности нагула в пойме, но у него максимальное разнообразие паразитов выявлено также в многоводные годы.

Видовое богатство паразитов чира в р. Сыне представлено по годам довольно малым количеством видов (от 3 до 6), что отражается на средних показателях видового разнообразия ($H = 0.09$). Чир по типу питания — бентофаг, которому свойственна максимальная (по сравнению с другими видами сиговых рыб) зараженность метацеркариями трематоды *I. erraticus*, что указывает на тесную связь хозяина с литоралью водоема. Возможно, именно биотопическое предпочтение рыб способствует повышению видового разнообразия паразитов чира в маловодные годы $H = 0.11$ (0.05–0.17) и снижению в многоводные годы до 0.08 (0.05–0.09).

Ряпушка, в отличие от других сигов, для нагула наиболее активно использует пелагиаль пойменных разливов, где питается не только зоопланктонными организмами, как пелядь, но и многочисленными амфибиотическими насекомыми, в том числе роящимися над водой имаго. У сибирской ряпушки, отмеченной нами в массовом количестве на нерестилищах реки только в маловодные 2005 и 2013 гг., обнаружено 11 видов паразитов (табл. 1). Видовое разнообразие $H = 1.40$ (1.38–1.42). Индексы доминирования ($D_{sm} = 0.51$; $d = 0.68$) ниже, чем у таких сигов как чир, сиг-пыжьян и пелядь. Поскольку в паразитарном сообществе ряпушки индекс полидоминантности увеличился до 0.48–0.50, то в целом видовое разнообразие и доля обычных видов в паразитарном сообществе выше.

В уральских притоках Оби тугун не совершает протяженных миграций, его жизненный цикл полностью проходит в родной реке (Экология рыб ..., 2006). Для тугуна характерно смешанное питание с предпочтением зоопланктона (Москаленко, 1971). Наши многолетние исследования показали, что у тугуна, обитающего в р. Сыне встречаются 11 видов паразитов, по годам их количество чаще изменялось от 4 до 9 видов. В паразитарном сообществе тугуна (как и у всех изученных сигов р. Сыни) во все годы наблюдений доминировал один вид – трематода *I. erraticus*, вследствие чего видовое разнообразие паразитов было сравнительно невысоким (индекс Н по годам изменялся в пределах от 0.89 до 1.30, составляя в среднем 1.16).

Выводы. Многолетний мониторинг на нерестилищах в р. Сыне (бассейн нижней Оби) показал, что видовое богатство паразитов производителей сиговых рыб в период нерестовой миграции представлено 23 видами, среди которых ежегодно доминирует один вид аллогенный генералист — трематода *Ichthyocotyliurus erraticus* (mtc.), независимо от гидрологических условий года.

В многоводные годы у производителей пеляди, тугуна и сига-пыжьяна наблюдается увеличение видового разнообразия паразитов. У чира отмечено снижение величины индекса Шеннона.

Для компонентного сообщества паразитов производителей сиговых рыб характерны низкие показатели индексов видового разнообразия Шеннона (0.09–1.40) и высокие индексы доминирования Симпсона D_{sm} (0.96–0.99); Бергера-Паркера d (0.96–0.98), что может характеризовать его как незрелое.

Работа выполнена по программе Президиума УрО РАН № 12-П-4-1043.

Список литературы

- Богданов В.Д. Состояние и перспективы воспроизводства сиговых рыб нижней Оби // Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб: Мат. 8 Междунар. науч.-производ. совещания (Россия, Тюмень, 27–28 ноября 2013 г.). Тюмень: ФГУП «Госрыбцентр», 2013. С. 16–20.
- Богданов В.Д., Агафонов Л.И. Влияние гидрологических условий поймы нижней Оби на воспроизводство сиговых рыб // Экология. 2001. № 1. С. 50–56.
- Госькова О.А. Межгодовые колебания численности генераций сиговых рыб в реке Сыне (нижняя Обь) // Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб: Мат. 7 Междунар. науч.-производ. совещания (Россия, Тюмень, 16–18 февраля 2010 г.). Тюмень: Госрыбцентр, 2010. С. 105–109.
- Гаврилов А.Л. Ихтиокотилороз производителей сиговых рыб реки Сыни (нижняя Обь) // Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб: Мат. 7 Междунар. науч.-производ. совещания (Россия, Тюмень, 16–18 февраля 2010 г.). Тюмень: Госрыбцентр, 2010. С. 92–96.
- Доровских Г.Н. Паразиты пресноводных рыб северо-востока Европейской части России (фауна, экология паразитарных сообществ, зоогеография): Автореф. дисс. ... доктор. биол. наук. СПб.: ЗИН РАН, 2002. 50 с.
- Москаленко Б.К. Сиговые рыбы Сибири. М.: Пищевая пром-сть, 1971. 182 с.
- Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 184 с.
- Титова С.Д. Паразиты рыб Западной Сибири. Томск: ТГУ, 1965. 172 с.
- Экология рыб Обь-Иртышского бассейна / ред.: Д. С. Павлов, А.Д. Мочек. М.: КМК, 2006. 596 с.

УДК 579.2

БАКТЕРИОПЛАНКТОН СОЛЕНЫХ РЕК ПРИЭЛЬТОНЬЯ

О. А. Гоголева, Е. А. Селиванова

Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН, г. Оренбург, 460000, ул. Пионерская, 11,
gogolewaoa@yandex.ru

Впервые в соленых реках Приэльтонья изучено функциональное и видовое разнообразие бактериопланктона. В большинстве исследованных рек эвтрофные бактерии преобладали над олиготрофными, что свидетельствует о большом содержании органического вещества и эвтрофном статусе водоемов. Во всех изученных реках были обнаружены умеренно галофильные углеводородокисляющие бактерии. Экстремально галофильные Archaea выявлены в зонах смешения речной воды с озерной в эстуарных участках с минерализацией свыше 100 г/л. Методом секвенирования гена 16S рРНК определены ключевые таксоны культивируемых архей и умеренно галофильных углеводородокисляющих бактерий. Среди архей доминируют роды *Halorubrum* и *Haloferax*, среди умеренно галофильных углеводородокисляющих бактерий — роды *Alcanivorax* и *Mycobacterium*.

Ключевые слова: бактериопланктон, бактерии, археи, соленые реки.

For the first time functional and species diversity of bacterial plankton of saline rivers in Elton region was investigated. In the most of the researched rivers eutrophic bacteria predominated over oligotrophic. This fact suggests lots of organic matter and eutrophic status of the reservoirs. Moderately halophilic hydrocarbon oxidizing bacteria were revealed in all of the investigated rivers. Extremely halophilic Archaea revealed in estuary points with mineralization above 100 g/L where lake and river waters were mixed. With sequencing of 16S rRNA gene have been estimated key taxa of cultivated archaea and moderately halophilic hydrocarbon oxidizing bacteria. Genera *Halorubrum* and *Haloferax* dominate among archaea; genera *Alcanivorax* and *Mycobacterium* are predominant moderately halophilic hydrocarbon oxidizing bacteria.

Keywords: bacterioplankton, bacteria, archaea, saline rivers.

Микробное биоразнообразие минерализованных водоёмов в настоящее время интенсивно изучается (Голубков, 2012; Плотников и др., 2011). Однако, несмотря на хорошую изученность бактериального компонента биоценоза солёных озёр, солёные реки остаются мало изученными (Номоконова и др., 2013). Под влиянием повышенной минерализации в водоёмах формируется особое микробное сообщество, компоненты которого, взаимодействуя между собой, формируют тесные биотические связи, прежде всего трофического характера, что помо-

гает выживанию в экстремальных условиях солёности (Заварзин, 2003). В свете этого представляется актуальной оценка численности отдельных эколого-трофических групп бактериопланктона минерализованных рек.

Материалы и методы. Исследуемые водоемы расположены на территории Приэльтона (Волгоградская обл.) непосредственно вблизи гипергалинного оз. Эльтон, в которое впадают 7 солёных рек: Большая Саморода, Малая Саморода, Хара, Ланцуг, Чернавка, Карантинка и Солянка. Для оценки бактериопланктона пробы отбирались из рек Большая Саморода, Хара, Ланцуг и Солянка. Отбор проб осуществляли в среднем течении и в устьевых участках рек в августе 2012 и 2013 гг. Минерализацию воды определяли по сухому остатку (ПНД Ф 14.1:2:4.261-10). В бактериопланктоне рек определяли следующие трофические группы: эвтрофы, мезотрофы, олиготрофы, в эвтрофном сообществе отдельно учитывали численность актиномицет и углеводородокисляющих бактерий (УОБ). Для определения эвтрофов, мезотрофов, олиготрофов и актиномицет осуществляли высев на соответствующие питательные среды (1.5% МПА; 0.15% МПА; голодный агар; среда Чапека) с последующим подсчетом колоний. В эвтрофном сообществе определялись как негалофильные, так и умеренно галофильные микроорганизмы. Умеренно галофильные бактерии выращивались на соответствующих питательных средах с добавлением 10% хлорида натрия. Для определения негалофильных углеводородокисляющих бактерий делали посев на жидкую минеральную среду Раймонда с нефтепродуктами. Для определения умеренно галофильных углеводородокисляющих бактерий к среде Раймонда добавляли 10% хлорида натрия. Определение количества углеводородокисляющих бактерий проводили методом титров, для пересчета использовали таблицы Мак-Креди (Родина, 1965). Соотношение эвтрофов к олиготрофам выражали в виде индекса трофности (ИТ), который косвенно отражает количество органического вещества в водоеме ($ИТ \geq 1$ характерен для эвтрофных, а $ИТ \leq 1$ для олиготрофных водоемов). Чистые культуры УОБ выделяли бактериологическим методом на жидких (среда Раймонда с нефтепродуктами) и твердых питательных средах (агаризованная среда Раймонда с нефтепродуктами, среда Чапека). Экстремально галофильные микроорганизмы выращивали на среде «372» в условиях непрерывного освещения. Идентификацию некоторых выделенных штаммов проводили путем секвенирования фрагментов гена 16S рРНК с последующим выравниванием с гомологическими последовательностями из базы данных «BLAST».

Результаты и обсуждение. *Река Большая Саморода.* В 2012 г. в бактериопланктоне среднего течения доминировали мезотрофы, доля эвтрофов и олиготрофов была незначительна (рис. 1). В устьевой части реки соотношение групп бактерий менялось — доминировали олиготрофы и эвтрофы (рис. 2). На всем протяжении реки в составе эвтрофного бактериопланктона доминировали негалофильные бактерии и актиномицеты, их доля составляла более 70%, доля умеренно галофильных бактерий была незначительна.

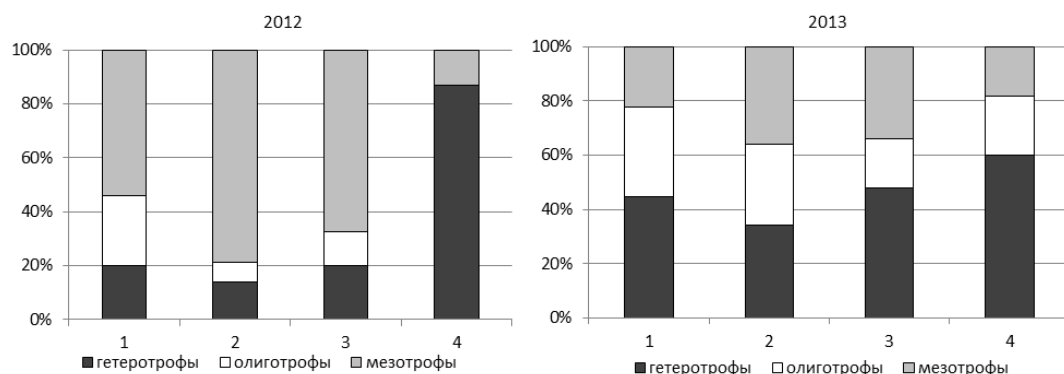


Рис. 1. Структура бактериопланктона рек Приэльтона в среднем течении. 1 — р. Большая Саморода; 2 — р. Хара; 3 — р. Ланцуг; 4 — р. Солянка.

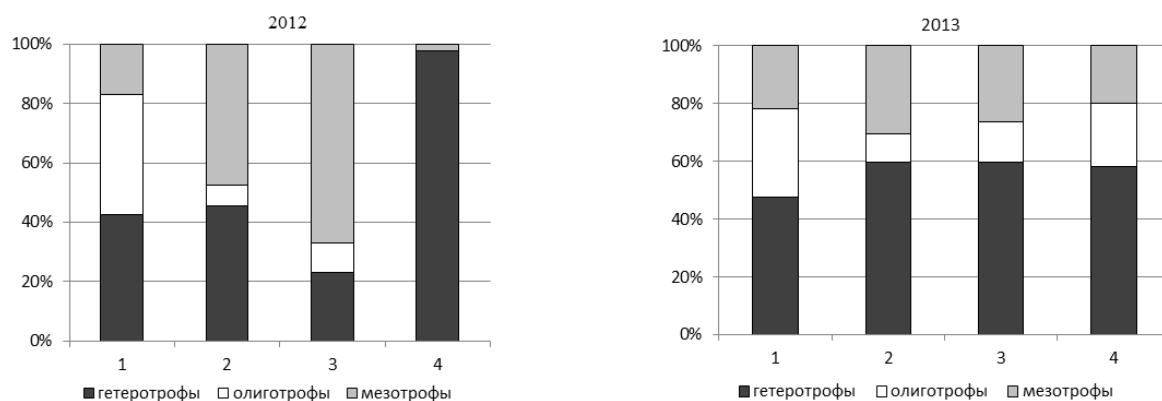


Рис. 2. Структура бактериопланктона рек Приэльтона в устьях. 1 — р. Большая Саморода; 2 — р. Хара; 3 — р. Ланцуг; 4 — р. Солянка.

В 2013 г. в бактериопланктоне среднего течения реки доминировали эвтрофы и олиготрофы, в устьевой части реки соотношение трофических групп не менялось (рис. 1, 2). В составе эвтрофного бактериопланктона

на всем протяжении реки доминировали негалофильные бактерии и актиномицеты, доля умеренно галофильных бактерий была невелика.

Индекс трофности был больше 1 и свидетельствовал о высоком содержании органического вещества в воде (табл. 1). Среди углеводородокисляющего бактериопланктона (УОБ) в 2012 и 2013 гг. на всем протяжении реки доминировали негалофильные бактерии, умеренные галофилы обнаруживались в 2013 г. только в среднем течении реки.

Таблица 1. Уровень минерализации и значения индекса трофности в точках отбора проб

Точка отбора	Минерализация, г/л		Индекс трофности	
	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.
р. Большая Саморода, среднее течение	8.4	9.6	0.77	1.4
р. Большая Саморода, устье	10	11.4	1.1	1.5
р. Хара, среднее течение	4.6	14.8	1.9	1.2
р. Хара, устье	13.2	15	6.8	6.1
р. Ланцуг, среднее течение	5.33	5.6	1.6	2.6
р. Ланцуг, устье	17	14.4	2.3	4.2
р. Солянка, среднее течение	29.4	28	2.6	2.8
р. Солянка, устье	28	30	3.1	2.6

Река Хара. В 2012 г. в бактериопланктоне среднего течения доминировали мезотрофы, доли олиготрофов и эвтрофов были незначительны. В устьевой части реки в бактериопланктоне значительно увеличивалась доля эвтрофов и снижалась доля мезотрофов (рис. 1, 2). В среднем течении доминировали негалофильные бактерии — эвтрофы и актиномицеты — их доля составляла более 80%, доля умеренных галофилов была невысокой. К устьевой части реки соотношение бактерий в эвтрофном бактериопланктоне менялось, хотя по-прежнему доминировали негалофильные эвтрофы, однако их доля снижалась и увеличивалась доля умеренно галофильных эвтрофов — более 30% (табл. 2).

В 2013 г. в бактериопланктоне среднего течения реки доминировали эвтрофы и олиготрофы, к устью доля олиготрофов значительно снижалась (рис. 1, 2). На всем протяжении реки в эвтрофном бактериопланктоне преобладали негалофильные микроорганизмы (табл. 2). В течении всего периода исследования отмечалось возрастание индекса трофности от среднего течения к нижнему, что косвенно свидетельствует об увеличении органических веществ в устьевой части реки (табл. 1.). Среди УОБ в 2012 и 2013 гг. доминировали негалофильные бактерии, умеренные галофилы присутствовали в устьевой части реки. Незначительная концентрация галофильных УОБ в среднем течении выявлена только в 2012 г.

Таблица 2. Численность негалофильных и умеренно галофильных эвтрофов и актиномицет

Точка отбора	2012 г.				2013 г.			
	эвтрофы, КОЕ/мл		актиномицеты, КОЕ/мл		эвтрофы, КОЕ/мл		актиномицеты, КОЕ/мл	
	НГ	УГ	НГ	УГ	НГ	УГ	НГ	УГ
р. Большая Саморода, среднее течение	24480	-	160000	4560	10880	1930	13200	20
р. Большая Саморода, устье	16800	4700	112800	1860	14820	3000	6400	10
р. Хара, среднее течение	24000	5120	52400	11200	1150	1120	790	10
р. Хара, устье	18400	20800	32000	3600	4300	400	600	20
р. Ланцуг, среднее течение	20720	7700	24900	6800	12640	1420	53400	0
р. Ланцуг, устье	8200	15500	41800	12000	9000	30	49875	40
р. Солянка, среднее течение	11000	50000	7300	1840	3320	3720	890	130
р. Солянка, устье	16800	66500	29500	16000	5254	8520	330	3720

Примечание: НГ — негалофильные бактерии; УГ — умеренно галофильные бактерии; «-» — не определялось.

Река Ланцуг. В 2012 г. на всем протяжении реки соотношение трофических групп практически не изменялось: в среднем течении реки и в устьевой части доминировали мезотрофы, доли эвтрофов и олиготрофов были незначительны. Состав эвтрофного бактериопланктона в среднем течении и в устьевой части также изменялся незначительно: доминировали негалофильные актиномицеты, доля умеренных галофилов увеличивалась в устьевой части реки и составляла более 35%.

В 2013 г. в среднем и нижнем течении доминировали олиготрофы, доли мезотрофов и эвтрофов были незначительны. В составе эвтрофного бактериопланктона преобладали негалофильные бактерии, доля умеренных галофилов была невелика. Индекс трофности возрастал от среднего течения к устьевой части реки (рис. 1, 2).

Среди УОБ в 2012 и 2013 гг. доминировали негалофильные бактерии. Умеренные галофилы обнаруживались только в 2013 г. в устьевой части реки.

Река Солянка. В 2012 г. в бактериопланктоне реки на всем её протяжении доминировали эвтрофы, в устьевой части доля этой группы бактерий составила более 90% (рис. 1, 2). В эвтрофном бактериопланктоне среднего течения и в устье доминировали умеренно галофильные бактерии, доля негалофильных бактерий была менее 20%.

В 2013 г. в бактериопланктоне реки на всем её протяжении доминировали эвтрофы, доля остальных групп была незначительной. В составе эвтрофного бактериопланктона преобладали умеренно галофильные бактерии — эвтрофы и актиномицеты.

Индекс трофности в 2012 и 2013 гг. на всем протяжении реки был высоким, что говорит о значительном содержании органического вещества на всем протяжении реки.

Среди УОБ в 2012 и 2013 гг. доминировали негалофильные бактерии, умеренные галофилы обнаруживались на всем протяжении реки, к устьевой части их численность возрастала.

Из бактериопланктона устьевых участков рек Ланцуг и Солянка были выделены доминирующие умеренно галофильные углеводородокисляющие бактерии, способные к активному росту на углеводородах, которые по результатам секвенирования гена 16S были определены как представители родов *Alcanivorax* и *Mycobacterium*.

Кроме негалофильных и умеренно галофильных бактерий, в исследуемых водоемах были обнаружены экстремально галофильные представители домена *Archaea*, но только в зонах смешения речной и озерной воды в эстуарных участках впадения рек Ланцуг и Большая Саморода в оз. Эльтон, где минерализация воды была выше 100 г/л. Методом секвенирования гена 16S было определено, что наиболее массовые культивируемые археи относятся к родам *Halorubrum* и *Haloferax*.

В результате исследований, проведенных в 2012 и 2013 гг. было установлено, преобладание эвтрофных бактерий над олиготрофными, что свидетельствует о высоком содержании органического вещества и высоком трофическом статусе водоемов, что подтверждается индексом трофности. Отмечено, что индекс трофности во всех изученных реках увеличивался к устьевым участкам по сравнению со средним и верхним течением. Полученные нами данные согласуются с результатами оценки хлорофилла «а», отражающего продуктивность фитопланктона, и свидетельствующими о том, что реки Хара, Ланцуг и Солянка являются эвтрофными водоемами, а р. Большая Саморода ближе к мезотрофно-эвтрофной (Номоконова и др., 2013).

Среди УОБ рек за все время исследования доминировали негалофильные углеводородокисляющие бактерии, умеренно галофильные обнаруживались преимущественно в устьевых участках. Отмечено, что умеренно галофильные углеводородокисляющие бактерии постоянно обнаруживались в реке Солянка и в устьевой части реки Хара. Нами обнаружена достоверная отрицательная связь ($r = -0,46$ при $p = 0,01$) между уровнем минерализации и численностью негалофильных углеводородокисляющих бактерий, в то же время достоверной связи между уровнем минерализации и численностью умеренно галофильных углеводородокисляющих бактерий не обнаружено. Отсутствие связи, возможно, объясняется воздействием факторов, отличных от минерализации, на эту группу бактерий.

Работа поддержана грантами РФФИ №13-04-00740-а и 13-04-10119-к, а также Программой поддержки фундаментальных исследований Президиума РАН (проект 12-П-4-1039).

Список литературы

- Голубков М.С. Первичная продукция планктона и деструкция органических веществ в солёных озёрах крымского полуострова // Биология внутренних вод. 2012. № 4. С. 31–37.
- Заварзин Г.А. Лекции по природоведческой микробиологии. М.: Наука, 2003. 348 с.
- ПНД Ф 14.1:2.4.261–10. Методика выполнения измерений массовой концентрации сухого и прокаленного остатков в пробах питьевых, природных и сточных вод гравиметрическим методом. Методика допущена для целей государственного экологического контроля. М., 2010.
- Номоконова В.И., Зинченко Т.Д., Попченко Т.В. Трофическое состояние соленых рек бассейна озера Эльтон // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. Т. 15. № 3(1). С. 476–483.
- Плотников А.О., Селиванова Е.А., Немцева Н.В. Видовой состав эвтрофных жгутиконосцев соленых Соль-Илецких озер // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского. 2011. № 25. С. 577–586.
- Родина А.Г. Методы водной микробиологии. М.–Л.: Наука, 1965. 364 с.

УДК 597–115.11(282.2)(470)

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ РЕАКЦИИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РЫБ, ОБИТАЮЩИХ В МАЛЫХ РЕКАХ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В. К. Голованов, А. С. Маврин

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
152742, п. Борок, Ярославской обл., Некоузского района, vkgolovan@mail.ru; mavr_as@mail.ru

Приводятся примеры температурных реакций у некоторых видов рыб, обитающих в реках Рыбинского водохранилища. Представлены данные по окончательно избираемой температуре и верхней летальной температуре у 10 видов рыб в летний и осенний сезоны года. Значения верхней летальной температуры получены методом критического термического максимума (при средней скорости нагрева). Данные характеризуют оптимальные и пессимальные зоны жизнедеятельности исследованных видов рыб.

Ключевые слова: рыбы, реки, Рыбинское водохранилище, окончательно избираемая температура, верхняя летальная температура, оптимум, пессимум.

Examples of temperature reactions in some species of fish in the rivers of the Rybinsk reservoir are presented. The data of final selected and upper lethal temperatures at 10 fish species in the summer and autumn seasons are exhibited. The values of upper lethal temperature were obtained by the method of the critical thermal maximum (at medium rate heating). Data indicated the optimal area of life and pessimal conditions of investigated species.

Keywords: fish, river, Rybinsk Reservoir, finally elected by the temperature, the upper lethal temperature, optimum, pessimum.

Данные о температурных реакциях рыб, обитающих в Рыбинском водохранилище, накапливались в течение более чем 40 лет, начиная с 1974 г. (Голованов, 2013а, б). Полученные экспериментальные результаты, характеризующие окончательно избираемую температуру (ОИТ) и верхнюю летальную температуру (ВЛТ) рыб разных возрастов, позволяют судить об оптимальном и верхнем пессимальном отрезках диапазона жизнедеятельности у многих видов пресноводных рыб.

Известно, что температурный диапазон существования пресноводных рыб, от -2 до $+43.5^{\circ}\text{C}$, подразделяется на интервалы, характеризующие верхние и нижние границы жизнедеятельности (пессимум), кроме того выделяют также оптимальную зону функционирования — эколого-физиологический оптимум (Алабастер, Ллойд, 1984; Шмидт-Ниельсен, 1982; Голованов, 2013а, б). Значения эколого-физиологического оптимума (ЭФО) определяют посредством разных методов. Одним из наиболее распространенных в последнее время является метод «конечного термопреферендума», когда животным предоставляется возможность самопроизвольно избирать оптимальную температуру в градиенте фактора среды (Голованов, 2013а, б; Jobling, 1981; Golovanov, 2006). Температура, избираемая одиночной особью или группой рыб в начальный период опыта (минуты, часы, несколько дней), называется избираемой температурой — ИТ. Зона стабильной температуры, которую рыбы избирают спустя несколько дней (от 2–3 до 10) в градиенте температуры, определяется как окончательно избираемая температура — ОИТ. Значение ОИТ практически совпадает с показателями эколого-физиологического оптимума — ЭФО (максимальный рост, эффективное питание и др.) у многих видов рыб (Голованов, 2013а, б; Jobling, 1981; Golovanov, 2006).

Верхняя граница жизнедеятельности рыб определяется экспериментально по их верхней летальной температуре (ВЛТ). Значения ВЛТ определяют, используя различные методы — температурного скачка, критического термического максимума (КТМ) и хронического летального максимума (ХЛМ) (Голованов и др., 2012; Голованов, 2013а, б; Beitinger et al., 2000). В последнее время чаще используют два последних метода. При использовании метода КТМ воду нагревают со скоростью от $1\text{--}2$ до $60^{\circ}\text{C}/\text{ч}$ вплоть до момента переворота рыб на бок или кверху брюшком. В случае продолжения нагрева получают значение летальной температуры (ЛТ), характеризующее по показателю — прекращение движения жаберных крышек. Значение ЛТ, как правило, несколько выше показателя КТМ. При использовании метода ХЛМ используют медленный нагрев воды со скоростью $1\text{--}2^{\circ}\text{C}/\text{сут}$, что позволяет рыбам (в отличие от метода КТМ) плавно акклиматизироваться к постепенному повышению температуры среды. Значения ВЛТ, определенные разными методами, характеризуют величину эколого-физиологического пессимума рыб (Голованов, 2013а, б; Jobling, 1981).

Несмотря на то, что отдельные эпизодические данные по ОИТ и ВЛТ были получены ранее у рыб из р. Сить, низовьев рек Сутки и Суноги, систематического исследования температурных реакций рыб из многочисленных малых рек, впадающих в Рыбинское водохранилище, не проводилось. В последние несколько лет нами были проведены серии экспериментов по определению ОИТ и ВЛТ, что позволяет частично охарактеризовать оптимум и пессимум жизнедеятельности некоторых речных видов рыб.

Цель работы — определение окончательно избираемой температуры в условиях экспериментального термоградиента, а также верхней летальной температуры методом КТМ при скорости нагрева $9^{\circ}\text{C}/\text{ч}$ у 10 видов рыб из 4-х семейств в возрасте 0+ – 3+ в летний и осенний периоды года.

Работа выполнена с июня по ноябрь в 2011–2013 гг. Исследовано в общей сложности 10 видов рыб из 4-х семейств: Cyprinidae — серебряный карась *Carassius auratus gibelio* (L.), лещ *Abramis brama* (L.), синец *Abramis ballerus* (L.), плотва *Rutilus rutilus* (L.), уклейка *Alburnus alburnus* (L.), пескарь *Gobio gobio* (L.) и обыкновенный голец *Phoxinus phoxinus* (L.), Percidae — речной окунь *Perca fluviatilis* L., Esocidae — обыкновенная щука *Esox lucius* L., Balitoridae — усатый голец *Barbatula barbatula* (L.). Большинство рыб отловлено на различных участках р. Ильдь и в устьевой части р. Сутка, серебряный карась — в обводненных карьерах Некоузского района, Ярославской области, п. Шестихино.

Отловленных в естественных условиях рыб доставляли в лабораторию и помещали в аквариумы объемом 60–300 л с отстоянной водопроводной водой, регулируемой температурой и аэрацией. Рыб акклиматизировали в течение 7–14 дней к температуре, близкой средним значениям летнего или осеннего сезона года ($14\text{--}22^{\circ}\text{C}$). Их содержали в условиях естественного фотопериода, периодически меняя воду. В период акклиматизации и во время опытов по определению ОИТ рыб кормили живым кормом (дафния, зоопланктон, олигохеты, личинки хирономид), рыбным фаршем, сухим кормом (дафния, рыбный комбикорм) в объеме 6% от массы тела. Сеголетков щуки кормили молодью рыб.

При определении избираемой температуры (ИТ) и окончательно избираемой температуры (ОИТ) использован стандартный метод «конечного термопреферендума» (Голованов и др., 2012; Голованов, 2013а, б), при котором рыбам предоставляется возможность свободного выбора температуры в условиях термоградиента. При определении ВЛТ использован стандартный метод КТМ (при скорости нагрева воды $9^{\circ}\text{C}/\text{ч}$). Описание экспериментальных боксов, процедуры опытов и обработки данных приведено ранее (Голованов и др., 2012; Голованов, 2013а, б). Все опыты проведены в двукратной повторности.

Полученные данные приведены в таблице. Максимальные значения ОИТ и КТМ, как и ожидалось, отмечены у серебряного карася — представителя наиболее теплолюбивой группы рыб (Голованов, 2013 а, б; Капшай, Голованов, 2013). Такие карповые виды как лещ, синец, плотва и уклейка, а также речной окунь и щука избирают более низкое значение ОИТ и характеризуются меньшими значениями КТМ.

У 2-х видов карповых — взрослых особей, трехлетков пескаря и четырехлетков голяна обыкновенного — уровень ОИТ существенно ниже в сравнении с остальными теплолюбивыми карповыми, соответственно 20.5

и 16.8°C. Возможно, младшие возрастные группы голяна и пескаря, сеголетки и годовики, будут избирать температуру, на несколько градусов более высокую в сравнении со взрослыми особями своего вида. Такое же низкое значение ОИТ отмечено и у трехлеток-четырёхлеток усатого гольца – представителя семейства балиториевые — 15.1°C. Для голяна обыкновенного и усатого гольца характерны также и более низкие значения термоустойчивости, эти два вида показали значения КТМ, равные ~29°C.

Таблица. Оптимальные и пессимальные температурные реакции, характеризующие температурные пределы адаптации у некоторых видов рыб

Семейство	Вид	Возраст	ОИТ, °C	КТМ, °C
Карповые	Карась серебряный	0+	29.2	37.9
	Лещ	0+1+	26.5	33.7
	Синец	0+1+	27.0	33.0
	Плотва	0+1+	26.0	33.3
	Уклейка	0+	27.2	33.6
	Пескарь	2+	20.5	33.0
	Голянь обыкновенный	3+	16.8	~29,0
Окуновые	Речной окунь	0+	26.4	32.0
Щуковые	Щука	0+	24.3	33.6
Балиториевые	Голец усатый	2+, 3+	15.1	~29.0

Примечание. Сезон года — лето (уклейка, пескарь и голянь обыкновенный — осень); температура акклимации — 14–22°C, скорость нагрева при определении КТМ — 9°C/ч; ошибка значения ОИТ и КТМ — 0.1–0.3°C.

Несмотря на то, что количество данных, полученных по температурным реакциям рыб, обитающих в реках, впадающих в Рыбинское водохранилище, в настоящее время невелико, они позволяют решить ряд вопросов.

Во-первых, для изученных видов дополнить имеющиеся экспериментальные данные по оптимальным и пессимальным температурам новыми. Во-вторых, сравнить ранее полученные результаты для рыб, обитающих в литорали Рыбинского водохранилища, с аналогичными для рыб, живущих на речных участках среднего течения рек и зоны подпора рек водохранилищем. Первые полученные нами данные подтверждают сходство реакций термоизбирания и термоустойчивости рыб у одних и тех же видов. В-третьих, совокупность факторов изученных ранее (Крылов и др., 2007), в том числе разная минерализация воды на участках среднего течения р. Ильдь и зоны подпора водохранилища (данные этого сборника материалов — Мартемьянов, Маврин, 2014), возможно, по-разному влияют на накопление катионов в теле сеголеток плотвы (Маврин, Мартемьянов, 2013) и формирование их термоадаптационных реакций. Так, например, уже первые исследования в октябре–ноябре 2011 г. показали, что ОИТ у сеголетков плотвы из двух групп рыб, обитающих в среднем течении р. Ильдь (23.6 км от места впадения в р. Сутка), а также в зоне подпора Рыбинского водохранилища устья этой реки, различаются на ~4°C (Капшай и др., 2014). Для группы особей из среднего течения значение ОИТ составило 25.3±0.1°C, для группы из зоны подпора — 20.9±0.2°C. В результате, нами была показана перспективность исследования не только видовых, но и внутривидовых особенностей термоизбирания и термоустойчивости рыб. Важный момент предстоящих экспериментов — изучение реакций термоизбирания у рыб, обитающих в разных условиях минерализации воды.

Исследования приобретают особое значение и в силу того, что к анализу привлекаются новые виды, такие как: пескарь, обыкновенный голянь и усатый голец, щиповка и другие. Они отличаются не только по своим биологическим и экологическим особенностям, но и показывают существенные отличия в реакциях термоизбирания и термоустойчивости в диапазоне высокой температуры. Сравнение значений ОИТ и КТМ у разных видов карповых свидетельствует о том, что даже в пределах одного семейства могут существовать виды, термальные ниши которых (Magnuson, 1979), очевидно, весьма различны.

Наконец, изучение реакций у некоторых видов рыб в градиенте температуры, а также их верхней летальной температуры, может быть полезно при решении вопросов покатной миграции молоди рыб в малых реках верхневолжских водохранилищ (Павлов и др., 2007).

Изучение особенностей температурных адаптаций, характеризующих оптимум и пессимум у рыб, обитающих в малых реках, представляется перспективным как в теоретическом, так и в практическом аспектах, способствуя расширению наших представлений в области термоэкологии водных животных.

Исследование выполнено при поддержке Программы фундаментальных исследований Отделения биологических наук РАН «Динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий» и Программы Президента РФ «Ведущие научные школы» III-2666.2014.4 «Экологические аспекты адаптаций и популяционная организация у рыб».

Список литературы

- Алабастр Дж., Ллойд Р. Критерии качества воды для пресноводных рыб. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. 344 с.
- Голованов В.К. Температурные критерии жизнедеятельности пресноводных рыб. М.: Полиграф-Плюс, 2013а. 300 с.
- Голованов В.К. Эколого-физиологические закономерности распределения и поведения пресноводных рыб в термоградиентных условиях // Вопр. ихтиологии. 2013б. Т. 53. № 3. С. 286–314.
- Голованов В.К., Смирский А.М., Извеков Е.И. Температурные требования рыб Рыбинского водохранилища и их реализация в естественных условиях // Современное состояние рыбных запасов Рыбинского водохранилища. Ярославль: ЯрГТУ, 1997. С. 92–123.
- Голованов В.К., Смирнов А.К., Капшай Д.С. Сравнительный анализ окончательно избираемой и верхней летальной температуры у молоди некоторых видов пресноводных рыб // Труды Карел. НЦ РАН. Сер. Эксперим. биология. 2012. № 2. С. 70–75.

- Капшай Д.С., Голованов В.К. Верхняя летальная температура у молоди теплолюбивых видов рыб в зависимости от температуры акклиматизации // Труды Карел. НЦ РАН. Сер. Эксперим. биология. 2013. № 3. С. 185–189.
- Капшай Д.С., Голованов В.К., Маврин А.С. Внутривидовые особенности ориентации молоди плотвы в термоградиентных условиях // Тез. конф. и школы-семинара «Ориентация и навигация животных». М., 2014. С. 31.
- Крылов А.В., Папченко В.Г., Цельмович О.Л., Косолапова Н.Г., Щербина Г.Х., Скальская И.А., Дгебуадзе Ю.Ю. Развитие основных элементов биоты на разнотипных биотопах реки и ее распределение по продольному профилю // Экосистема малой реки в изменяющихся условиях среды (ред. А.В. Крылов, А.А. Бобров). М: Изд-во КМК, 2007. С. 329–345.
- Маврин А.С., Мартеньянов В.И. Связь размерно-массовых показателей сеголеток плотвы *Rutilus rutilus* (L.) с содержанием катионов в теле рыб // Труды Зоологического института РАН. Т. 317. Приложение № 3. 2013. С. 155–160.
- Павлов Д.С., Лундин А.И., Костин В.В. Механизмы покатной миграции молоди речных рыб. М.: Наука, 2007. 213 с.
- Шмидт-Нильсен К. Физиология животных. Приспособление и среда. Кн. 1. М.: Мир, 1982. 416 с.
- Beitinger T.L., Bennet W.A., McCauley R.W. Temperature tolerances of North American freshwater fishes exposed to dynamic changes in temperature // Environ. Biol. Fish. 2000. V. 58. N 3. P. 237–275.
- Golovanov V.K. The ecological and evolutionary aspects of thermoregulation behavior of fish // J. Ichthyology. 2006. V. 46. Suppl. 2. P. S180–S187.
- Jobling M. Temperature tolerance and the final preferendum – rapid methods for the assessment of optimum growth temperature // J. Fish. Biol. 1981. V. 19. N 4. P. 439–455.
- Magnuson J.J., Crowder L.B., Medvick P.A. Temperature as an ecological resource // J. Ichthyology. 1979. V. 19. N 1. P. 331–343.

УДК 57.087.1:574.587

ОЦЕНКА ПОПУЛЯЦИОННОЙ ПЛОТНОСТИ МАКРОЗООБЕНТОСА СОЛЕННЫХ РЕК ЮГА РОССИИ (БАСЕЙН ОЗ. ЭЛЬТОН) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАДИЕНТНОГО АНАЛИЗА

Л. В. Головатюк, В. К. Шитиков, Т. Д. Зинченко

Институт экологии Волжского бассейна РАН, ул. Комзина, 10, Тольятти, 445003
Россия. E-mail: gollarisa@mail.ru, tdz@mail333.com, stok1946@gmail.com

Выполнен градиентный анализ распределения различных показателей популяционной плотности (численность, встречаемость, доминирование) основных видов макрозообентоса по шкале уровня минерализации воды. Расчеты проводились на основе пяти возможных форм регрессионных моделей, рекомендованных при проведении экологических исследований. Осуществлена классификация видов донных организмов по форме кривой отклика, местоположению экологического оптимума и ширине интервала толерантности.

Ключевые слова: соленые реки, макрозообентос, градиентный анализ.

ESTIMATION OF ABUNDANCE DISTRIBUTION OF MACROZOOBENTHOS IN THE SALTY RIVERS OF THE SOUTH OF RUSSIA (POOL OF THE LAKE ELTON) WITH USE GRADIENT ANALYSIS

L. V. Golovatyuk, V. K. Shitikov, T. D. Zinchenko

Institute of ecology of the Volga pool of the Russian Academy of Sciences, street Komzina, 10, Tolyatti, 445003, Russia.
E-mail: gollarisa@mail.ru, tdz@mail333.com, stok1946@gmail.com

It is executed gradient analysis of distribution of various populational indices (abundance, occurrence, domination level) for principal species along a scale of level of a mineralization of water. Calculations were spent on the basis of five possible forms regression models recommended at carrying out of ecological researches. Classification of species of ground organisms by the form of a curve of the response, a site of an ecological optimum and width of an interval of tolerance is carried out.

Keywords: saline streams, macrozoobenthos, gradient analysis.

Выявление закономерностей распределения и структурной изменчивости сообществ гидробионтов под влиянием параметров окружающей среды является одной из основных задач экологии и гидробиологии. Количественная оценка реакции на внешние воздействия со стороны отдельных видов живых организмов и всего сообщества в целом осуществляется путем моделирования *функций отклика* экосистемы. Применительно к изучению популяционной структуры речных донных сообществ наиболее важными факторами традиционно считаются температурный режим воды, pH и такие гидрологические особенности водотоков, как ширина, глубина, скорость течения и др. (Vannote et al., 1980; Townsend, 1989). В то же время, роль основных гидрохимических параметров, ведущими из которых являются общая минерализация и ионный состав вод, остаются в значительной степени не исследованными (Piscart et al., 2005; Зинченко, Головатюк, 2013).

В статье представлен сравнительный анализ моделей распределения встречаемости донных организмов в малых реках Приэльтона с разным уровнем минерализации. Выполнена оценка оптимальных значений минерализации и толерантных диапазонов для отдельных видов макрозообентоса.

Природно-территориальный комплекс Приэльтонье расположен на юго-востоке Европейской части России в пределах северной части Прикаспийской низменности. Отбор проб осуществляли в 7 реках — притоках оз. Эльтон: Хара, Ланцуг, Чернавка, Солянка, Б. Саморода, М. Саморода, Карантинка. Питание рек осуществляется за счет подземных вод и атмосферных осадков. Минерализация водотоков в разные сезоны года изменяется от 4.0 до 96.6 г/л (2006–2013 гг.).

Сборы бентоса осуществляли на 23 постоянных станциях в прибрежье и медиали малых рек стандартными гидробиологическими методами (Зинченко, Головатюк, 2010). Собрано и обработано 190 проб, в составе которых был зарегистрирован 91 вид макрозообентоса. Статистический анализ выполнен на основе 107 проб, отобранных в августе 2006–2013 гг.

Зависимость популяционной плотности видов макрозообентоса от уровня минерализации оценивалась на основе различных моделей (ter Braak, Looman, 1986; Oksanen, Minchin, 2002; Coudun, Gegout, 2006; Peppler-Lisbach, Kleyer, 2009; Jansen, Oksanen, 2013; Шитиков, Розенберг, 2014): логистической (сигмоидальной) регрессии, гауссовой модели отклика, обобщенной линейной (GLM) и аддитивной (GLM) регрессии и модель Хаусмана-Олфа-Фреско (HOF).

Использование сигмоидальной функции $y = \theta_1 / \{1 + e^{-(\theta_2 + \theta_3 x)}\}$ для моделирования зависимости встречаемости P (% проб) разных видов макрозообентоса от уровня минерализации S (г/л) приводило к получению кривых как нисходящей, так и восходящей формы, которая определялась знаком коэффициента θ_3 . Характерные примеры рассчитанных регрессионных моделей представлены на рис. 1. Убывающая логистическая функция для выявленного нами нового для науки вида *Tanytarsus kharaensis* (1) имеет отчетливое пороговое значение солености $S_{0.5} = \theta_2 = 18$ г/л и достаточно узкий диапазон толерантности от зоны максимальной встречаемости $S_{0.95} = 15.3$ г/л до фазы «угнетения» $S_{0.05} = 20.7$ г/л (Rutherford, Kefford, 2005).

По данным исследований наблюдалось повышение встречаемости *Sigara* sp. при увеличении солености, которое описывалось восходящей логистической кривой (2) на рис. 1. Максимум встречаемости отмечается верхним критическим значением $S_{0.95} = 24.8$ г/л.

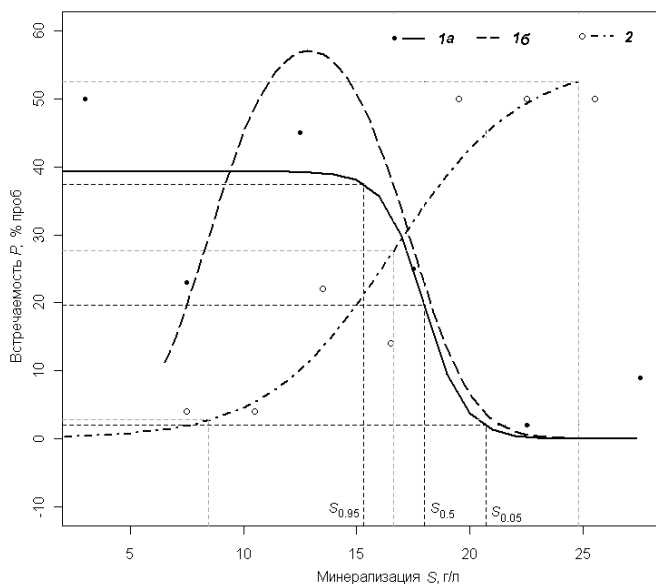


Рис. 1. Кривые функции логистической регрессии при моделировании встречаемости *Tanytarsus kharaensis* (1a) и *Sigara* sp. (2) в водотоках с разной минерализацией; для сравнения показана полиномиальная кривая линейной модели GLM (1б).

Оценки коэффициента θ_3 модели для *Sigara* sp. и многих других видов оказались статистически незначимыми ($p_3 > 0.05$), что определяется малым числом точек при таком способе представления данных. Кроме того, статистически оптимальное деление шкалы S на поддиапазоны, необходимое для подсчета встречаемости P , требует большого экспериментального материала и однородной выборочной нагрузки по всей области варьирования значений минерализации.

Обобщенные линейные и аддитивные модели позволяют оценить зависимость от минерализации не только для встречаемости вида, но и численности экземпляров N (или логарифма численности), т.е. использовать данные гидробиологического мониторинга в полном объеме. Модель GLM интерпретировалась нами как функция полиномиальной регрессии, которая для *Palpomyia* sp. ограничивалась многочленом 3-й степени:

$$\ln(N) = 1.69 + 16.5S - 6S^2 - 10.8S^3$$

и на рис. 2 представлена кривой традиционной колоколообразной формы. Статистическая значимость регрессии в целом проверялась по отношению Фишера ($F = 65.2$, $p \cong 0$), а отдельных коэффициентов модели GLM — по t -критерию ($p < 0.0001$). Сходной по своим характеристикам оказалась аддитивная модель (GAM) с 4 степенями свободы на основе кубического сглаживающего сплайна (рис. 2).

Экологический оптимум по отношению к солености воды, соответствующий максимуму популяционной плотности *Palpomyia* sp. и оцениваемый по GLM, составляет $S_{\text{опт}} = 31$ г/л, а диапазон толерантности вида, ограниченный пределами области, составляющей 80% площади под кривой отклика (см. рис. 2), находится в интервале от 22.2 до 37.6 г/л. Оптимум минерализации $S_{\text{опт}} = 29.2$ г/л, рассчитанный по модели GAM, несколько смещен в сторону меньших значений.

При оценке показателя встречаемости (переменная отклика $V = 1$ при наличии вида в пробе и $V = 0$ при его отсутствии) модели GLM и GAM строились, исходя из предположения о биномиальном характере распределения. Полученные функции логистической регрессии прогнозировали изменение вероятности встретить анализируемый вид при различных значениях шкалы минерализации.

В большинстве случаев все четыре рассматриваемых версии моделей (GLM, GAM гауссова модель GAUS и модель Хаусмана-Олфа-Фреско HOF) приводили практически к идентичным результатам (см. рис. 3a) кривые отклика для *Chironomus aprilinus*. Однако, в сложных ситуациях модели GLM и GAM стремились увеличить

число степеней свободы и были представлены полимодальной функцией с несколькими "горбами". Так кривые отклика (рис. 3б) для доминирующего в реках *Chironomus salinarius* являются косвенным подтверждением полигалинности этого вида.

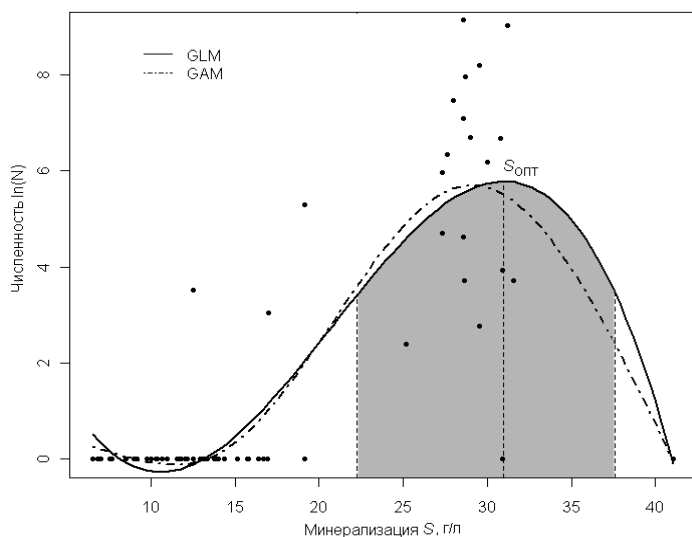


Рис. 2. Функции распределения численности *Palpomyia* sp. по градиенту солености с использованием обобщенных линейной (GLM) и аддитивной (GAM) моделей; серым цветом окрашена область толерантности, соответствующая 80% площади под модельной кривой.

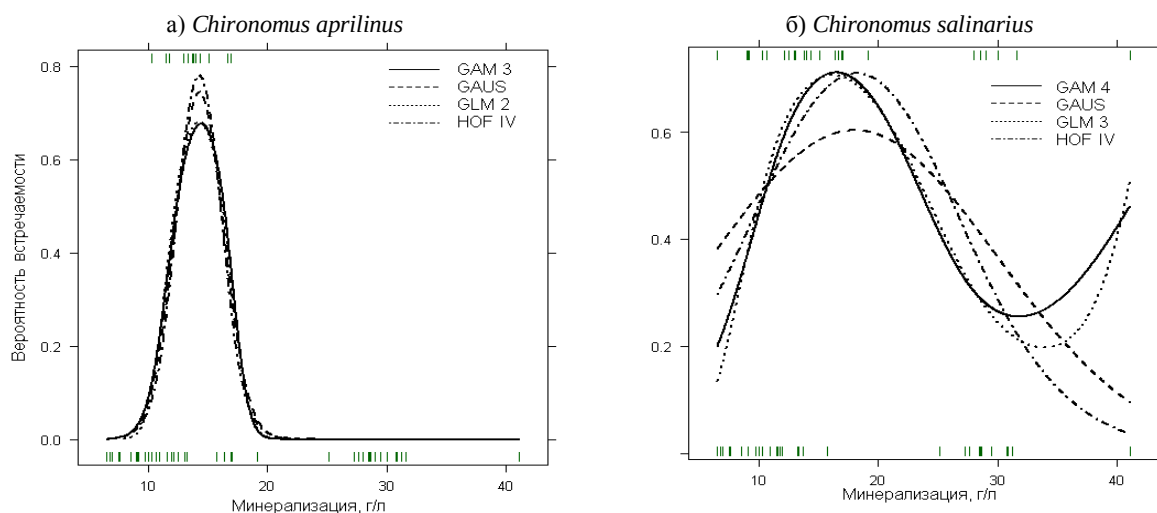


Рис. 3. Сравнение четырех логит-моделей распределения вероятности встречаемости двух видов на градиенте солености.

Модели HOF в силу своей "шумозащищенности" обычно осуществляют поиск простых унимодальных зависимостей, которые позволяют найти глобальный оптимум вида на градиенте. Однако в последнюю версию модели HOF (Jansen, Oksanen, 2013) были включены типы подмоделей, позволяющие получить кусочно-линейную или бимодальную формы распределения с двумя максимумами, что позволяет выполнить реалистичную аппроксимацию данных в сложных случаях. Например, на рис. 4 ясно видна монотонная убывающая зависимость численности массовых *Ephydra* sp. в диапазоне минерализации до 32 г/л. Однако обнаружение этого вида при численности 50 экз./м² в двух пробах из реки М. Саморода в августе 2009 г. при минерализации 41 г/л определили «излом» и участок возрастающего тренда в диапазоне от 32 до 41 г/л.

Оценки значений экологических оптимумов и диапазонов толерантности для 11 основных видов макрозообентоса, сделанные по конкретным моделям прогнозирования вероятности встречаемости, представлены в табл. Выбор наилучшей модели из четырех осуществлялся на основании статистических критериев, а также сведений о биологии вида. Модель считалась статистически значимой, если вероятность p того, что соотношение G^2 для остатков не превысит величину $\chi^2_{\alpha}(n - k)$ степенями свободы, оказывалась меньше критического значения $\alpha = 0.05$ (McCullagh, Nelder, 1989).

Несмотря на то, что минерализация является одним из ведущих экологических параметров водной среды, нельзя не согласиться с мнением большинства исследователей (Шитиков и др., 2012) о неполной корректности прямого однофакторного градиентного анализа, рассматривающего каждую переменную среды изолированно от остальных. Например, популяционная плотность *Tanytarsus kharaensis* в силу его биологических особенностей (высокая скорость размножения, возможная летняя диапауза и др.) в многолетнем аспекте зависит от комплекса самых различных абиотических факторов. Однако, соглашаясь с определенной условностью представленных одномерных зависимостей, мы рассматриваем их как важный начальный этап анализа данных, предваряющий построение более сложных многомерных моделей взаимодействия биоты с окружающей средой.

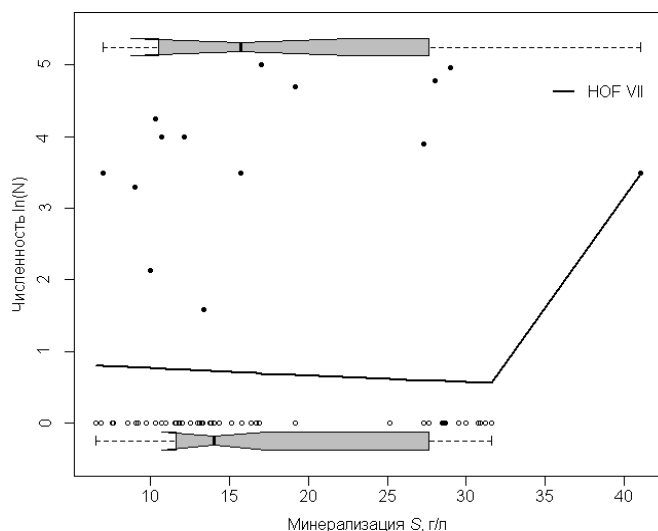


Рис. 4. Тренд изменчивости численности *Ephydra* sp. на шкале минерализации, оцененный на основе модели Хаусмана-Олфа-Фреско.

Таблица. Экологический оптимум и толерантные интервалы на градиенте солености для некоторых таксонов макрозообентоса из соленых рек Приэльтонья

Таксон	Тип модели	Оптимум $S_{\text{опт}}$	Толерантный интервал		$p = \Pr(G^2 > \chi^2)$
			min	max	
Oligochaeta					
<i>Paranais simplex</i> (OlPar_sm)	GAM-5	6.55	6.55	17.7	0.187
Crustacea					
<i>Gammarus lacustris</i> (AmGam_l)	GAM-3	6.55	6.55	10.6	0.012
Insecta					
Heteroptera					
<i>Sigara lateralis</i> (HeSig_l)	GAUS	6.55	6.55	41.1	0.99
Coleoptera					
<i>Berosus bispina</i> (CoBer_b)	GAM-3	41.06	21.3	41.1	0.036
Diptera					
<i>Ceratopogonidae</i>					
<i>Culicoides</i> sp. (CeCul_sp)	GAUS	14.42	6.55	24.876	0.042
<i>Chironomidae</i>					
<i>Cricotopus salinophilus</i> (ChCri_sf)	GAM-3	23.81	11.85	36.8	≈ 0
<i>Chironomus aprilinus</i> (ChChi_ap)	GLM-2	14.25	11.59	17.0	≈ 0
<i>Chironomus salinarius</i> (ChChi_sr)	HOF-IV	18.18	7.82	28.5	0.006
<i>Microchironomus deribae</i> (ChMch_d)	GLM-1	6.55	6.55	16.6	0.0006
<i>Tanytarsus kharaensis</i> (ChTar_kr)	GAUS	12.90	8.62	17.2	≈ 0
Ephydridae					
<i>Ephydra</i> sp. (EbEdr_sp)	HOF-I	23.81	6.55	41.1	0.146

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ «№ 13-04-00740».

Список литературы

- Зинченко Т.Д., Головатюк Л.В. Биоразнообразие и структура сообществ макрозообентоса соленых рек аридной зоны юга России (Приэльтонье) // Аридные экосистемы. 2010. Т. 16, № 3 (43). С. 25–33.
- Зинченко Т.Д., Головатюк Л.В. Соленостная толерантность донных организмов речных вод (обзор) // Аридные экосистемы. 2013. Т. 19, № 3 (56). С. 5–11.
- Шитиков В.К., Зинченко Т.Д., Розенберг Г.С. Макроэкология речных сообществ: концепции, методы, модели. Тольятти: СамНЦ РАН, Кассандра, 2012. 257 с.
- Шитиков В.К., Розенберг Г.С. Рандомизация и бутстреп: статистический анализ в биологии и экологии с использованием R.-Тольятти: Кассандра, 2014. 314 с.
- Coudun C., Gégout J.-C. The derivation of species response curves with Gaussian logistic regression is sensitive to sampling intensity and curve characteristics // Ecol. Model. 2006. V. 199. P. 164–175.
- Jansen F., Moreteau J. How to model species responses along ecological gradients – Huisman Olff-Fresco models revisited // Journal of Vegetation Science. 2013. V. 24. P. 1108–1117.
- McCullagh P., Nelder J.A. Generalized Linear Models. London: Chapman & Hall. 1989. 511 p.
- Oksanen J., Minchin P.R. Continuum theory revisited: what shape are species responses along ecological gradients? // Ecol. Modelling. 2002. V. 157. P. 119–129.
- Peppler-Lisbach C., Kleyer M. Patterns of species richness and turnover along the pH gradient in deciduous forests: testing the continuum hypothesis // Journal of Vegetation Science. 2009. V. 20. P. 984–995.
- Piscart C., Moreteau J.-C., Beisel J.-N. Biodiversity and structure of macroinvertebrate communities along a small permanent salinity gradient (Meurthe River, France) // Hydrobiologia. 2005. V. 546. P. 1–10.
- Rutherford J.C., Kefford B.J. Effects of salinity on stream ecosystems: improving models for macroinvertebrates. CSIRO. Land and Water Technical Report. 2005. 22/05.

- ter Braak C.J., Looman C.W. Weighted averaging, logistic regression and the Gaussian response model // Vegetatio. 1986. V. 65. P. 3–11.
- Townsend C.R. The patch dynamics concept of stream community ecology // J. North Amer. Bentholological Soc. 1989. V. 8. P. 36–50.
- Vannote R.L., Minshall G.W., Cummins K.W. et al. The river continuum concept // Canad. J. Fish. Aquatic Sci. 1980. V. 37. P. 130–137.

УДК 574.583

ФИТОПЛАНКТОН БАСЕЙНА РЕКИ ИЛОВЛЯ

Т. Б. Голоколенова

Волгоградское отделение ФГБНУ Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства, Волгоград, ул. Пугачевская, 1, Lysak-alga@yandex.ru

Приведены результаты исследований фитопланктона бассейна реки Иловля в 1998–2013 гг. Выявлены комплексы доминирующих видов в фитоценозах, их количественные характеристики и определено качество вод по составу индикаторов органического загрязнения.

Ключевые слова: фитопланктон, малые реки.

The results of studies of phytoplankton basin of the Ilovlya River in the 1998–2013 period was performed. The dominant species complexes in the algal communities are identified, quantity and water quality composition of algae – indicators of organic pollution are defined.

Keywords: phytoplankton, small rivers.

Иловля типичная степная река, питание которой, главным образом, снеговое. Водное тело её едино только весной, а летом оно разбивается на отдельные плёсы. Общая протяженность реки составляет 369 км, в том числе в пределах Волгоградской области — 350 км. Общая площадь бассейна составляет 9250 км². Устье реки умеренно извилистое, шириной в межень 20–40 м, глубина 0.5–1.0 м, средние меженные скорости 0.1–0.2 м/с. Русло реки разветвленное, местами сильно извилистое, по берегам зарастающее воздушно-водной и подводной растительностью, неустойчиво к размыву. В Иловлю впадает 12 правобережных и 6 левобережных притоков (Калюжная и др., 2009). Река Иловля является эталоном чистой степной реки, протекая по относительно урбанизированной территории на её берегах нет промышленных объектов и основным антропогенным прессом является сельское хозяйство.

Материалы и методы. Сбор основного материала осуществлялся в период проведения НИР: «Комплексная оценка современного состояния водных биоресурсов и среды их обитания в бассейне р. Иловли Волгоградской области; разработка рекомендаций по улучшению экологической обстановки в бассейне р. Иловли» 2009, 2012, 2013 гг. и эпизодические исследования производились на самой реке и ее притоках в 1998, 2001, 2005, 2006 гг. Гидробиологические исследования осуществлялись в соответствии с методическими рекомендациями, принятыми в системе ГосНИОРХ и ЗИН, а также общепринятыми в гидробиологии методиками (Лаврентьева, Бульон, 1981; Методика изучения ..., 1975; SCOR-UNESCO, 1966; Lorenzen, Jeffrey, 1980;). Всего собрано и обработано 80 проб фитопланктона и 36 проб на пигменты. Отбор проб фитопланктона осуществлялся под поверхностным горизонтом в объёме 0,5 л. Концентрация фитопланктона в пробах проводилась отстойным методом, обработка его прямым микроскопированием (MBL2000) в счётной камере Нажотта 0,01 мл. В описании фитопланктона использовались основные понятия: массовые виды — водоросли численность, которых составляла более 10% ее величин. Виды или отделы доминанты — преобладающие отдельные группы или виды водорослей, достигающие биомассы $\geq 10\%$.

Результаты и обсуждение. Альгофлора бассейна р.Иловля представлена 447 видами (в учете разнообразия и форм — 518 таксонами), объединенными в 143 рода, 66 семейств, 23 порядка, 15 классов и 8 отделов (табл. 1). Основу видового разнообразия альгофлоры бассейна р. Иловля формируют диатомовые (Bacillariophyta) и зеленые (Chlorophyta) водоросли, так же разнообразно представлены синезеленые (Cyanophyta) и эвгленовые (Euglenophyta). Заметное участие эвгленовых водорослей в формировании альгофлоры изученного бассейна определялось повышенным уровнем органики. Пропорции флоры — 1:1.5:4.3:9.5, родовая насыщенность — 3.6. Вариабельность вида — 1.2.

Таблица 1. Таксономический состав фитопланктона бассейна р. Иловля

Отдел	Число				Число таксонов			Процентное соотношение, %
	Классов	Порядков	Семейств	Родов	Вид	Внутривидовых	Всего	
Cyanophyta	2	3	11	26	53	0	54	10.4
Chrysophyta	1	2	5	13	31	1	36	6.9
Bacillariophyta	2	4	17	34	156	45	202	38.9
Xanthophyta	1	2	3	3	5	0	5	1.0
Cryptophyta	1	1	1	5	20	1	21	4.0
Dinophyta	1	3	6	8	16	0	16	3.1
Euglenophyta	1	1	2	7	43	8	52	10.0
Chlorophyta	6	7	21	47	123	3	132	25.6
Всего	15	23	66	143	447	58	518	100

На уровне классов выделяются Pennatophyceae (34.7% видового состава) Chlorophyceae (14.5%); на уровне порядков Raphales (29.8%), Chlorococcales (14.4%) Euglenales (10%).

Наиболее крупные по числу видов двадцать семейств включают 390 видов водорослей (75.3% от общего числа видов), которые принадлежат к отделам Cyanophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta, Euglenophyta и Cryptophyta. Одно- и двувидовых семейств в спектре водорослей планктона бассейна р. Иловля — 19, т.е. 29.2% от их общего числа. Наибольшее количество внутривидовых таксонов содержат роды: у диатомей *Navicula* (37) и *Nitzschia* (27), у эвглен — *Euglena* (19) и *Phacus* (13), у зеленых — *Scenedesmus* (18) и *Chlamydomonas* (16). Из рода *Navicula* встречены следующие представители: *Navicula cryptocephala* Kütz.; *N. gracilis* Ehr.; *N. placentula* (Ehr.) Grun.; *N. radiosa* Kütz. Из рода *Nitzschia*: *Nitzschia acicularis* (Kütz.) W. Sm., *N. aquaea* Wisl. et Poret., *N. kuetzingiana* Hilse, *N. palea* (Kütz.) W.Sm., *N. recta* Hant. Из рода *Euglena*: *Euglena acus* Ehr., *E. caudata* Hubner, *E. limnophila* var. *swirenkoi* (Arnoldi) Popova. Родов, представленных одним видом водорослей — 65.

Экологический анализ фитопланктона бассейна р. Иловля показал, что сведения о приуроченности водорослей к определенной экологической группе известны для 431 таксона, что составляет 83% от общего числа видов, разновидностей и форм, отмеченных для водотоков в целом. Большинство найденных водорослей относятся к планктонным (42% от общего состава), литоральным (19%) и бентосным (17%) видам водорослей, менее разнообразны водоросли, обитающие в двух и более экологических нишах (4%). В альгофлоре бассейна р.Иловля для 407 видов, разновидностей и форм водорослей известны данные по отношению к солености, это составляет около 79% от общего числа таксонов водорослей. Виды-индифференты по отношению к содержанию солей воде преобладают (56%) над остальными, индикаторные группы водорослей присутствуют почти поровну: виды галофилы составляют 12% флоры и виды галофобы — 11%. В соотношении биогеографических групп водорослей прослеживается преобладание полизональных (70%) видов, над бореальными (6%), субтропическими (1%) и северо-арктическими (1.5%).

Проведенная санитарно-биологическая оценка качества воды по составу индикаторных организмов установила, что среди водорослей, обнаруженных в реке, 320 видов — показатели органического загрязнения, что составляет 62% от общего числа таксонов. На первом месте виды бетамезосапробионты — 36%, из них часто встречающиеся виды как *Synedra ulna* (Nitzsch.) Ehr., *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehr.) Cl. *Nitzschia recta* Hantz., *Cryptomonas marssonii* Skuja. и др. На втором месте — группа олигосапробионтов 17% от общего числа таксонов (*Chrysococcus rufescens* Klebs., *Cryptomonas curvata* Ehr.). Кроме того, в отделе Cyanophyta зарегистрировано 7 токсичных видов, которые при массовом развитии способны продуцировать гепато- и нейротоксины (Водоросли, вызывающие «цветение» ..., 2006) — *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk., *Anabaena constricta* (Szaf.) Geitl., *A. flos-aquae* (Lyngb.) Bréb., *A. planctonica* Brunnth., *A. spiroides* Klebahn., *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, *Planktothrix agardhii* (Gom.) Anag. et Kom.

По бассейну реки число видов в пробах (ЧВП) колебалось в очень широком диапазоне от 5 до 65 таксонов, где минимум отмечался в местах подверженных антропогенной нагрузке (устье р. Зензеватки), максимум в относительно чистых плёсовидных участках реки. Разнообразие водорослей фитопланктона варьировало значительно (индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера (H') изменялся от 0.24 до 4.8 бит), с тенденцией увеличения к устьевым участкам. Минимальными значения индекса видового разнообразия отмечались в местах малопроточных с явными условиями антропогенного пресса (например, водопой скота). Широкий диапазон изменения индекса доминирования, рассчитанного по Симпсону (0.08–0.87) подтверждает неоднородность условий существования экосистемы бассейна реки. В целом, флористический состав планктонных альгосеенозов р. Иловля и её притоков характеризуется как диатомовый. Однако при снижении проточности на отдельных участках увеличивается разнообразие видов лимнофилов, таких как вольвоксовые, золотистые, криптофитовые и синезеленые.

По продольному профилю р. Иловля структура фитопланктона по численности изменялась от диатомового комплекса в верхней части, в средней — криптофитово-синезеленого до криптофитово-синезелено-зеленого в устьевых участках. Ухудшение динамики водных масс приводит к застою в плёсах, избыток органики поступившей с прилегающей территории, в том числе и в период половодья, приводит к дефициту кислорода идущего на процессы разложения органического вещества, и фитоценоз реагирует присутствием видов миксотрофов способных переходить к гетеротрофному питанию легкоминиализуемыми веществами. Яркие представители миксотрофов это жгутиковые виды из отделов золотистых, криптофитовых, динофитовых и зеленых, а также некоторые виды отдела синезеленых. Колебания количественных показателей значительно (численность от 0.52 до 234.5 млн.кл./л, биомасса 0.14–72.4 мг/л). Однако большинство значений 63% по численности и 92% по биомассе укладываются в диапазон мезотрофных вод (N до 5.0 млн.кл./л B до 10 мг/л) и сохраняется в многолетнем аспекте (Горелов и др., 2002).

Оценка качества вод в бассейне р. Иловля методом Пантле-Букк в модификации Сладчека показала, что значения индексов сапробности изменялись от 1.01 до 3.56, что соответствует 2 и 3 классу качества воды. Индекс сапробности вод в среднем составил около 1.6, что означает 3 класс качества воды, удовлетворительная чистота, β -мезосапробная зона.

По гидрологическим особенностям река представляет собой проточные участки с быстрым течением и плесовидные расширения с замедленным различной протяженностью

Особенности развития микрофлоры плёсовидных участках реки. Особенность планктонных сообществ этой зоны — богатый состав и хорошо развитая структура. В структуре состава на фоне доминирования диатомовых, высока доля зеленых водорослей. Количественные характеристики фитопланктона этих участков реки варьировали в широком диапазоне от 0.9 до 12.85 млн.кл./л по численности и от 0.8 до 5.9 мг/л по биомассе. Основу численности формировали криптофитовые, зеленые и золотистые водоросли. Структура

биомассы слагалась весной диатомеями, в летне-осенний период в зависимости от многих факторов в роли доминантов выступали криптофитовые, динофитовые, зеленые или синезеленые водоросли. Массовыми видами фитопланктона подобных районов реки отмечается смешанный комплекс фитопланктона, состоящий из мелких форм синезеленых — *Pseudanabaena limnetica* (Lemm.) Kom., *Aphanocapsa incerta* (Lemm.) Cronb. et Kom. и криптофитовых — *Chroomonas acuta* Uterm. В фитопланктоне доминировали по биомассе из диатомовых крупные формы — *Synedra ulna* с вариациями, *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen, из криптононад — *Cryptomonas marssonii* Skuja. и *Cryptomonas curvata* Ehr., из динофитовых — *Peridiniopsis quadridens* (Stein) Bourr., *Ceratium hirundinella* (O.F.Müll.) Duj., из синезеленых — *Microcystis aeruginosa* (Kütz.) Kütz., *Planktothrix agardhii* (Gom.) Anagn. et Kom., *Phormidium ambiguum* Gom., *Anabaenopsis raciborskii* Wolosz.

Мелководные участки, с проточностью, перекаты. Здесь почти вся флора характерна для текучих вод и находится в зачаточном состоянии. Основу альгофлоры формирует фитоперифитон, однако, разнообразие видового состава фитопланктона подобных участков реки Иловля оказалось относительно высоким и ЧВП стабильно — около 40 таксонов рангом ниже рода. В структуре состава, не зависимо от сезона года, отмечено неизменное доминирование диатомовых, тогда как доли остальных групп водорослей незначительны.

Отличительной особенностью фитоценоза отмечено массовое развитие представителей диатомей, прикрепленных форм, развивающихся на различных субстратах, но встречающихся и в толще речных вод — *Cocconeis*, *Synedra*, *Cymbella*, *Gomphonema*. В летний период активно присутствуют из синезеленых — *Pseudanabaena limnetica* (Lemm.) Kom., *Limnothrix planctonica* (Wolosz.) Meffert., в течение всего сезона мелкая криптофитовая — *Chroomonas acuta* Uterm. Численность фитопланктона этих участков реки колебалась в диапазоне от 0.69 до 3.78 млн.кл./л, её основу формировали в зависимости от сезона года криптофитовые, синезеленые и диатомовые водоросли. Биомасса фитопланктона подобных участков реки не превышает 2 мг/л, она формируется в основном диатомовыми водорослями. В фитопланктоне доминировали крупные формы диатомей, планктонная — *Melosira varians* Ag. и организмы обрастаний, виды отмеченных выше родов.

К важнейшим прикладным аспектам гидробиологических исследований относится оценка состояния водных экосистем, в первую очередь — определение трофического состояния водоемов. Если ориентироваться на градации трофии по биогенам, то во всех точках реки средние концентрации минерального фосфора превышают (и в подавляющем большинстве случаев значительно) границу, установленную для эвтрофных вод по общему фосфору (> 90 мкг/л). Тогда как концентрации общего азота колеблются между границей олиготрофных и мезотрофных вод (0.2–0.5 мг/л). По концентрации хлорофилла (Хл *a*) выделяются мезотрофные и эвтрофные воды. Содержание Хл *a* в бассейне реки изменяется в широких пределах от 1.27 до 24.2 мкг/л. Низкие значения Хл *a* присуще быстрым проточным перекатам, наиболее высокое — обширным озеровидным плесам, бочагам. Однако диапазон наиболее часто встречаемых концентраций 75% значений составляет интервал мезотрофных вод от 2 до 10 мкг/л, при средней концентрации Хл *a* 4.6 мкг/л (рис. 1). Наибольший размах колебания концентраций Хл *a* отмечается в летний период (1.5–24.2 мкг/л), наименьший осенью от 1.9 до 4.4 мкг/л. Летние концентрации Хл *a* в притоках р. Иловля сопоставимы с содержанием его в самой реке, например в левобережной р. Бердия 8.1 мкг/л (диапазон 1.6–16.9 мкг/л) и правобережной р. Ширяй 5.4 мкг/л (3.9–7.3 мкг/л).

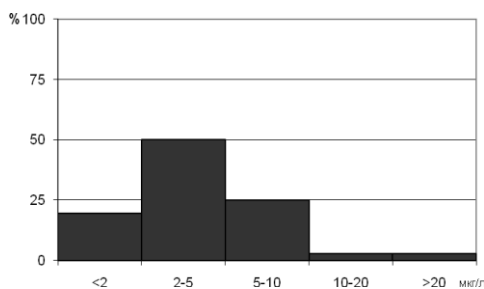


Рис. 1. Частота встречаемости концентраций хлорофилла в воде бассейна реки (% от общего числа наблюдений n), $n=36$.

Содержание Хл *a* в сырой биомассе фитопланктона (Хл *a*/В, %) составило в среднем 0.29, с широким диапазоном колебания этого показателя от 0.02 до 1.13, что является объяснимым при постоянно меняющихся условиях малой реки. Отмечена обратная корреляционная зависимость содержания Хл *a* и среднеценотического размера клеток водорослей в пробах ($r = -0.92$). Как известно, водоросли с меньшими размерами фотосинтетически более активны, и нарастание их участия в сообществах фитопланктона реки является приспособительной функцией на снижение поступающей радиации в водоем из-за массового развития макрофитов и прибрежной растительности на отдельных участках реки. В общем фонде зеленых пигментов преобладает Хл *a*, что является типичным для пресноводного планктона (Минеева, 2007). Относительное содержание Хл *a* достаточно высоко (в среднем 74% от общего фонда зеленых пигментов) и только весной наблюдается высокое относительное количество дополнительных хлорофиллов. Хл *c* (18%) в среднем преобладает над Хл *b* (8%), что подтверждает доминирование в фитоценозе диатомовых, криптофитовых, золотистых и динофитовых водорослей.

Только на 20% станциях отмечено довольно высокое относительное содержание феофигментов, образование которых связывают с выеданием водорослей или неблагоприятными световыми условиями (Бульон, 1983). Судя по пигментному индексу E_{480}/E_{664} на 80% станций получены высокие (>1) показатели соотношения желтых и зеленых пигментов, однако отношение концентраций $K/Хл < 1$ (0.92), что в целом соответствует преобладанию хлорофиллов над каротиноидами. Подобная картина позволяет заключить о физиологическом благополучии водорослей, их достаточной обеспеченности биогенным питанием, положительной направленности баланса органического вещества и соответственно высокой продуктивности фитоценоза реки.

Для определения валовой продукции фитопланктона за сезон нами использовалась, предложенная В.В. Бульоном (2005), формула:

$GP_{php} = 30Chl \cdot Sec \cdot GS / 100$ (ккал/м²), где Chl — концентрация Хл *a*, мг/м³, Sec — прозрачность воды по диску Секки, м; GS — длительность вегетационного сезона, сут.

При средней концентрации Хл *a* — 4.6 мкг/л, прозрачности в среднем — 1.1 м, длительности вегетационного сезона для р. Иловля — 173 дня, тогда GP_{php} приблизительно составила 263 ккал/м².

Таким образом, видовой состав фитопланктона бассейна р. Иловля оценивается как достаточно разнообразный, с высокой долей реофильных видов водорослей и со структурой типичной для лотических экосистем. По качественному составу, уровню развития фитопланктона, по содержанию и составу фотосинтетических пигментов, фитопланктон р. Иловля и её притоков характеризуется относительно невысокими показателями обилия при достаточной обеспеченности биогенным питанием. По профилю реки в качественном составе, количественных характеристиках и по содержанию и составу фотосинтетических пигментов не прослеживалось каких-либо закономерных изменений. Однако на отдельных участках прослеживается негативное влияние антропогенной нагрузки прилегающей территории.

Список литературы

- Бульон В.В. Моделирование потоков энергии в озерных экосистемах как инструмент гидробиологических исследований // Водные ресурсы. 2005. . 32, № 3. С. 361–370.
- Водоросли. Справочник / Под ред. Вассера С.П. Киев, 1989. 608 с.
- Горелов В.П., Кучишкина Н.В., Лысак Т.Б., Шевлякова Т.П. Гидробиологический режим некоторых малых рек Донского бассейна // Рыбохозяйственные исследования в бассейне дельты на современном этапе (к 50-летию Волгоградского отделения ГосНИОРХ). С.Петербург, 2002. С. 146–160.
- Калюжная Н.С. Отчёт по теме: «Комплексная оценка современного состояния водных биоресурсов и среды их обитания в бассейне р. Иловли Волгоградской области; разработка рекомендаций по улучшению экологической обстановки в бассейне р. Иловли». Волгоград, ФГНУ «ГосНИОРХ», 2009. 129 с.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.
- Лаврентьева Г.М., Бульон В.В. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Фитопланктон и его продукция. Л.: ГосНИОРХ, 1981. 32 с.
- Минеева Н.М. Содержание фотосинтетических пигментов // Экосистема малой реки в изменяющихся условиях среды / Под ред. А.В. Крылова, А.А. Боброва. М.: Т-во науч.изданий КМК, 2007. С. 96–102.
- Lorenzen C.J., Jeffrey S.W. Determination of chlorophyll in sea water. UNESCO Technical Paper in Marine Science 35. Paris: UNESCO, 1980. 20 p.
- SCOR-UNESCO Working Group №17. Determination of photosynthetic pigments in sea water // Monographs on Oceanographic Methodology. Paris: UNESCO, 1966. P. 9–18.

УДК 574.633

БИОИНДИКАЦИЯ ФОНОВОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОТОКОВ В ВЕРХОВЬЯХ Р. КАН (ВОСТОЧНЫЙ САЯН)

А. В. Гончаров¹, Н. Н. Жгарева², А. А. Прокин²

¹МГУ имени М.В.Ломоносова, tama15333@mail.ru

²Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН

По результатам обследования, проведённого летом 2012 г., выявлено, что макрозообентос верховьев р. Кан составляют представители 268 таксонов водных животных. Вид *Heterlimnius ennearthrus* Kamite, 2009 (Coleoptera, Elmidae) приводится для фауны России впервые. Высокие значения индексов Шеннона, Вудивиса, ЕРТ и низкие олигохетного индекса — свидетельствуют о высоком качестве вод в верховьях р. Кан, состояние которых может рассматриваться как «фоновое».

Ключевые слова: р. Кан, Восточный Саян, зообентос, биоиндикация, индекс Шеннона, Вудивиса, олигохетный индекс, фоновое состояние, чистые реки.

Macrozoobenthos of the tributaries of the upper stream Kan river was studied in the summer 2012. 268 taxa of aquatic animals were identified. *Heterlimnius ennearthrus* Kamite, 2009 (Coleoptera, Elmidae) recorded from Russia for the first time. Indexes Shannon, Vudivis and URT take high values, oligochetes index — low. This is the evidence of the purity of water in the upper reaches Kan, about their background condition.

Keywords: Kan, Eastern Sayan, zoobenthos, bioindication, Shannon, Vudivis, Oligochetes index, background condition, clean rivers.

Биологическая индикация водоемов имеет значение с той точки зрения, что позволяет оценивать качество воды, её пригодность для водных обитателей. Кроме того, в условиях, когда в водные объекты поступает множество разных загрязнителей и трудно осуществить их гидрохимический контроль, водные организмы выступают в качестве своеобразного «прибора», который реагирует на все поступающие вещества. Нужно только научиться понимать его показания, для чего разработан целый ряд методов биологической индикации.

Особенность данной работы заключается в том, что в ней рассматриваются водотоки, которые очень слабо затронуты хозяйственной деятельностью. Их изучение позволяет получить представление о «фоновом» состоянии водных объектов.

Сбор материалов осуществлён летом 2012 г. на водотоках в верховьях р. Кан: р. Кан, р. Кингаш, р. Большое Куё, р. Поперечное Куё, р. Правое Прямое Куё, р. Среднее Куё, р. Горелого Куё, р. Караган, р. Рыбная, р. Анжа, р. Кирель. Рассматриваемые водотоки представляют собой реки и ручьи горного типа, ха-

рактизирующиеся высокой скоростью течения (до 1 м/с) и преобладанием гравийно-галечных и валунных донных отложений. Ширина рек изменяется от 60–80 м на р. Кан до нескольких метров на небольших притоках и в верховьях рек. Глубина большинства рек невелика — менее 0.5 м; температура воды низкая (на разных участках горных рек составляет от 3.7 до 13.1°C). Крупных водных растений практически нет, каменисто-валунные отложения на многих участках водотоков покрыты мхами.

Пробы зообентоса отбирали с каменистых донных отложений; камни перекладывали в сачок и с них собирали и смывали донных обитателей. Общая обловленная площадь дна на каждом участке реки составляла 0.5–1 м². Выбранных животных фиксировали 4% формалином. Просчет мелких организмов в лаборатории проводили под биноклем, определение видового состава — под биноклем и микроскопом, с использованием известных определителей.

Результаты свидетельствуют о том, что реки рассматриваемого района характеризуются очень высоким видовым богатством донных биоценозов: в них найдены представители 268 таксонов водных животных. 180 таксонов определены до вида, 76 — до рода, 17 — рангом выше рода. Сложность определения видового состава объясняется не только слабой разработанностью систематики рассматриваемых групп организмов, но и своеобразием фауны данного региона, в результате чего признаки целого ряда видов (особенно преимагинальных стадий) не подходят под имеющиеся в определителях описания. Возможно, некоторые из них являются новыми, неизвестными до сих пор видами, в частности вид рода *Gammarus* (Amphipoda, Gammaridae), ряд видов амфибиотических насекомых. В зоогеографическом отношении большинство массовых видов донных беспозвоночных являются представителями автохтонной фауны Восточной Палеарктики, и лишь отдельные виды имеют более широкое — голарктическое или транспалеарктическое распространение.

Наиболее богато представлены видами (таксонами) амфибиотические насекомые: хирономиды (71 таксон), ручейники (48), подёнки (45), веснянки (24), мошки (10). Присутствие большого числа видов (таксонов) ручейников, подёнок, веснянок, мошек (в сумме они составляют 127 таксонов) подтверждает реофильный характер водной фауны рассматриваемых водотоков.

Вид *Heterlimnius ennearthrus* Kamite, 2009 (Coleoptera, Elmidae) впервые приводится для территории России. Ранее он был известен лишь из типового локалитета — Северное, окр. г. Усть-Каменогорск, Казахстан (Kamite, 2009). Проверка определения проведена М. Ехом (М. Jäch, Naturhistorisches Museum, Wien, Austria). Материал: р. Кингаш выше руч. Тугусик, 01.08. 2012, 1 экз.; р. Кингаш ниже ручья Подотвального, 27.07. 2012, 7 экз.; р. Кингаш, выше устья, 31.07. 2012, 3 экз.; р. Кирель, Гладково, 02.08. 2012, 5 экз.; р. Кузьё, устье, 29.07. 2012, 4 экз.; р. Кан, Надеждинский прижим, 30.07. 2012, 1 экз.; р. Кан, ниже с. Кан-Оклер, 04.08. 2012, 1 экз.

Поскольку многие виды веснянок, подёнок и ручейников живут в чистых, насыщенных кислородом водах, то это их свойство используется для биологической индикации. Имеется, так называемый, индекс ЕРТ (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera), представляющий из себя сумму видов трех перечисленных отрядов насекомых в пробе. Хотя этот показатель и не имеет твердого нормирования, вместе с тем известно, что в самых чистых реках его значения достигают 13–15 единиц (Семенченко, 2004). В большинстве наших рек индекс ЕРТ больше 15, а в некоторых из них (Кингаш, Кан, Анжа) достигает 21–27 единиц, что свидетельствует об очень высоком качестве вод (табл. 1).

Для оценки степени загрязнённости речных вод по состоянию донных биоценозов, в России и за рубежом широко используется метод, разработанный английским исследователем Ф. Вудивисом на р. Трент (Вудивис, 1977). Метод основан на индикаторном значении организмов и видовом разнообразии биоценозов. В табл. 1 видно, что на всех участках рек индекс Вудивиса принимает максимально возможное значение 10 и характеризует реки как «очень чистые».

Олигохетный индекс, представляет собой отношение числа олигохет к общей численности организмов в пробе, выраженное в процентах; используется для оценки загрязнения водных объектов органическим веществом. Этот показатель принимает минимальные значения в рассматриваемых нами реках (табл. 1), что свидетельствует об отсутствии их загрязнения.

В табл. 1 видно, что разные реки и их участки различаются между собой по составу донных организмов и по их видовому богатству. Наибольшим видовым богатством характеризуются наиболее крупные реки: р. Кан (до 44 видов), р. Рыбная (43), р. Кирель (38), р. Анжа (35), р. Кингаш (до 33 видов). В небольших ручьях число видов донных беспозвоночных меньше.

Для оценки состояния рек нами использованы такие показатели видового разнообразия, как индексы Шеннона и Пиелу (Одум, 1986). Индекс Шеннона, по существу, включает в себя две характеристики — число видов и выровненность сообщества, определяемую индексом Пиелу. В табл. 1 видно, что обследованные реки характеризуются высоким видовым разнообразием. Наиболее велики значения индекса Шеннона в р. Кан (3.56–4.56) и её крупных притоках — в р. Анжа (4.49), в р. Рыбная (4.23), р. Кирель (3.71). В малых притоках индекс Шеннона меньше, что является отражением природных особенностей формирования донных биоценозов в реках разного размера.

Если сопоставить полученные нами данные биотических индексов с результатами многолетних наблюдений Росгидромета на многих реках России (Гончаров, Исаев, 2008), то обнаруживается существенная разница. Средние значения индекса Вудивиса, по данным Росгидромета, составляют 4.7–5.0 баллов (для рек разных высотных областей), а в водотоках верховьев р. Кан — 10 баллов. Олигохетный индекс по материалам Росгидромета составляет 10–45%, в обследованных нами реках — 0.14%. Это свидетельствует об особенной чистоте вод в верховьях р. Кан, об их «фоновом» состоянии.

Таблица 1. Показатели, используемые при оценке качества речных вод верховий р. Кан

Пункты сбора материала	Веснянки, число видов	Подёнки, число видов	Ручейники, число видов	Индекс ЕРТ	Индекс Вудивиса	Олигохетный индекс	Общее число всех видов	Индекс Шеннона	Индекс Пиелу
р. Кан, выше устья р.Б.Куё	5	9	8	22	10	0.2	40	4.56	0.86
р. Кан, Надеждинский прижим	2	6	6	14	10	0.0	23	3.58	0.79
р. Кан, выше р.Караган	5	9	8	22	10	0.0	29	3.96	0.82
р. Кан, ниже протоки Караганской	5	10	7	22	10	0.0	30	3.56	0.73
р. Кан, выше р.Кингаш	7	5	7	19	10	0.0	33	3.72	0.74
р. Кан, ниже р.Кингаш	5	6	8	19	10	0.0	25	3.7	0.8
р. Кан, ниже с.Кан-Оклер	2	8	11	21	10	1.1	44	4.24	0.78
р. Поперечное Куё, верховье	4	4	5	13	10	0.0	26	3.16	0.67
руч. Прав.Прямое Куё, Бур-Бараш	5	5	5	15	10	0.0	26	2.96	0.63
р. Прямое Куё, ниже брода	4	6	5	15	10	0.1	36	2.85	0.55
р. Среднее Куё, верхнее течение	3	5	3	11	10	0.0	30	2.75	0.56
р. Среднее Куё, устье	3	4	3	10	10	0.0	18	2.84	0.68
р. Прямое Куё, устье	4	8	4	16	10	0.0	34	2.25	0.44
р. Горелое Куё, устье	5	6	3	14	10	0.0	31	2.92	0.59
р. Б. Куё, устье	5	7	2	14	10	0.0	28	3.33	0.69
р. Кузьё, устье	3	7	6	16	10	0.5	32	4.06	0.81
р. Кингаш, выше моста	3	6	5	14	10	0.0	27	3.06	0.64
р. Кингаш, ниже руч. Подотвального	4	8	3	15	10	0.1	32	3.89	0.78
р. Кингаш, ср. течение	6	10	5	21	10	0.0	33	4.13	0.82
р. Кингаш, выше руч. Тугусик	5	8	5	18	10	0.0	25	3.83	0.82
р. Кингаш, выше устья	7	13	7	27	10	0.2	33	2.25	0.45
Лев. приток р. Кингаш, перед "Рудным"	5	3	3	11	10	0.0	18	2.31	0.55
р. Кирель, с. Гладково	4	8	7	19	10	0.5	38	3.71	0.71
р. Анжа, с. Агинское	6	11	6	23	10	0.0	35	4.49	0.88
р. Рыбная, с. Усть-Кандыга	4	12	3	19	10	1.6	43	4.23	0.78

Высокое видовое разнообразие изученных речных биоценозов можно объяснить биогеографическими особенностями данной территории. По мнению ряда исследователей (Заика, 2011), Алтае-Саянская горная страна, к которой относится рассматриваемый нами район, представляет собой уникальную по своему разнообразию биогеографическую область, где проходит северная граница пустынь и южная граница тайги, где сходятся ареалы разных фаун и флор. В силу особенностей географического положения и исторического развития, данная область представляют собой место повышенного биоразнообразия и центр видообразования, сравнимые лишь с некоторыми другими горными территориями на нашей планете.

Статья подготовлена при финансовой поддержке Российского научного фонда (№ проекта 14-17-00155).

Список литературы

- Вудивис Ф. Биотический индекс р. Трент. Макробеспозвоночные и биологическое обследование // И Научные основы контроля качества вод по гидробиологическим показателям. Тр. советско-английского семинара. Л.: Гидрометеиздат, 1977.
- Гончаров А.В., Исаев В.А. Географический подход к гидробиологической характеристике рек // Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана. Лекции и материалы докладов Всероссийской школы-конференции. Институт биологии внутренних вод им. И.Д.И.Панина. 18–21 ноября 2008 г. Издательство ООО "Принтхаус", 2008. С. 105–107.
- Заика В.В. Фауна и население амфибионтных насекомых (Insecta Ectognatha: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Odonata) водных потоков Алтае-Саянской горной области // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. Томск, 2011. 44 с.
- Одум Ю. Экология. М., 1986. Т. 1. 328 с.
- Семенченко В.П. Принципы и системы биоиндикации текучих вод. Мн.: Орех, 2004. 125 с.
- Kamite Y. A revision of the genus *Heterolimnius* Hinton (Coleoptera, Elmidae) // Jpn. J. Syst. Ent. 2009. Vol. 15, No 1. P. 199–226.

УДК 597.591.

ПИТАНИЕ РЫБ РЕКИ БЫРЦА (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ)

Е. П. Горлачева

Институт природных ресурсов экологии и криологии СО РАН, Россия, г. Чита, ул. Недорезова 16А gorgl_iht@mail.ru

В работе приведены материалы по составу пищи рыб реки Бырца. Приведены некоторые характеристики рыб. Отмечено, что основу питания рыб составляют личинки амфибиотических животных.

Ключевые слова: р. Бырца, состав рыб, упитанность, индекс наполнения, состав пищи.

FOOD FISHES OF THE RIVER BIRZA (ZABAIKALSKY KRAI)

E. P Gorlacheva

Institution of Russian Academy of Sciences Institute of natural resources, ecology and Cryology of SB RAS, Russia, Chita, street - 16A gorl_iht@mail.ru

The article contains materials on food composition of fish river Barca. Some characteristics of fish. Noted that the main food fish are larvae of amphibiotic animals.

Keywords: R. of Barca, the composition of fish, fatness, filling index, the composition of food.

Малые реки, являются наиболее многочисленными. Несмотря на малую протяженность их роль очень велика, в плане сохранения видового разнообразия и сохранения ценных видов рыб. В тоже время ихтиофауна таких водотоков остается малоизученной. Имеется ряд публикаций, посвященных ихтиофауне самого Онона, р. Бальджа, и биологии отдельных видов (Горлачева, Афонин, 2007; Горлачева, Афонин, 2010 а; Горлачева, Афонин 2010 б; Горлачева, Афонин, 2011).

К таким рекам относится и р. Бырца, левый приток р. Кыра, впадает в 40 км от устья р. Кыра и имеет протяженность 48 км. На своем водосборе река имеет три притока: водоток пади Хатьун (8 км), пади Нукен (13 км), пади Улеты (16 км) (рис. 1) Река расположена на высоте 930 м.н.у.м. Основной особенностью гидрологического режима реки является перемерзание ее зимой, и паводковый режим летом. Питание осуществляется за счет атмосферных осадков и весеннего таяния снегов. В нижнем течении река имеет сток только в периоды высокой обводненности. Большую часть года сток в реке существует только в верхнем течении. Вода в реке пресная с минерализацией до 230 мг/л. По химическому составу вода характеризуется как гидрокарбонатно-магниево-кальциевая.



Рис. 1. Карта-схема р. Бырца.

Одним из видов воздействия на водные экосистемы является добыча полезных ископаемых. Последствиями такого воздействия является изменение гидрологического режима, значительные сокращения площадей естественных нерестилищ, нарушение и подрыв кормовой базы рыб и их пищевых отношений

Цель работы — изучение питания отдельных видов рыб и их трофических отношений. Материал по питанию рыб р. Бырца был собран сотрудниками лаборатории водных экосистем в октябре 2011 г., за что автор выражает им огромную признательность и благодарность. Материал отлавливали ставными сетями, мальковым неводом, сачками и ловушками.

Анализ пищевого комка проводили по общепринятой методике (Методическое пособие ..., 1974). Кормовые организмы, извлеченные из пищеварительного тракта, по возможности определяли до вида, подсчитывали и взвешивали. Когда видовая принадлежность объектов питания не могла быть установлена, идентификацию проводили до рода или таксономической группы. Индекс наполнения пищеварительного тракта вычисляли как отно-

шение массы всего пищевого комка к массе тела рыбы, выраженное в промилле (‰) (Боруцкий, 1974). Относительное значение кормовых объектов в пищевых комках различных видов рыб определяли по массе.

Состав рыб р. Бырца не отличался высоким видовым разнообразием и был представлен 10 видами, относящимися к 3 семействам: карповым Cyprinida, балиторовым Balitoridae, вьюновым Cobitidae. Преобладали представители сем. Карповых Cyprinidae. Доминировали среди рыб голянь Лаговского *Phoxinus lagowskii* Dybowski, 1869, очень высокой была численность щиповки сибирской *Cobitis melanoleuca* Nichols, 1925 (рис. 2).

Исследованиями было установлено, что голянь Лаговского использовал в этот период в основном личинок мошек и личинок ручейников. Довольно часто в составе пищи встречалась рыба. Также среди насекомых отмечались личинки веснянок, но их доля была незначительна (рис. 3). В октябре индекс наполнения желудочно-кишечных трактов был небольшим, что указывает на неудовлетворительное обеспечение кормовыми организмами (табл. 1).

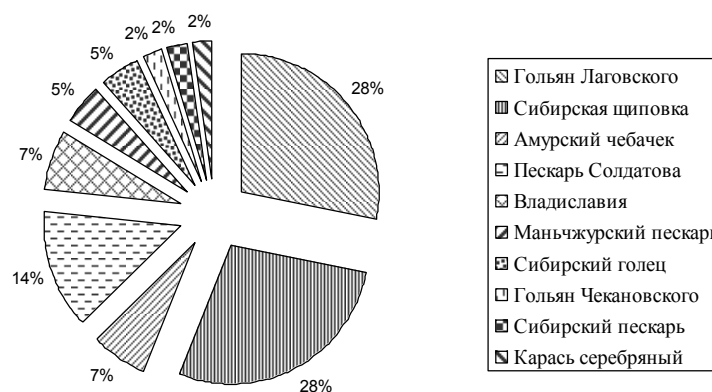


Рис. 2. Видовая структура ихтиоценоза р. Бырца.

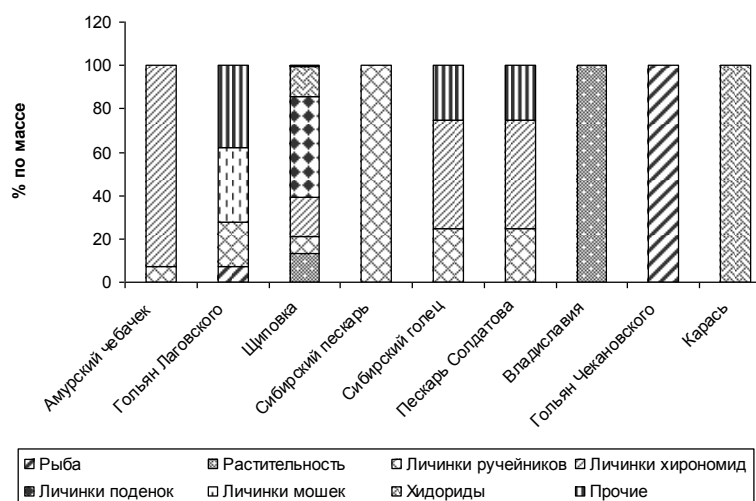


Рис. 3. Состав пищи рыб р. Бырца (% по массе).

Некоторые характеристики для каждого вида рыб представлены в табл. 1

Таблица 1. Характеристика рыб р. Бырца

Вид	Длина, см	Масса, г	Упитанность по Фультону	Индекс наполнения ‰
Амурский чебачек	4.5-5.0	1.5-2.0	1.6-1.8	80.0-620.0
Голянь Лаговского	7.6-11.0	7.1-17.7	1.27-1.53	8.2-34.0
Сибирская щиповка	7.8-9.0	1.9-3.6	0.39-0.6	208.0
Сибирский пескарь	8.0	5.25	1.03	57.1
Сибирский голец	7.5-9.0	4.4-7.1	1.02	92.6
Пескарь Солдатова	7.5-8.6	4.5-7.7	1.1-1.3	75-189
Владиславия	6.0-7.0	3.3-4.4	1.52-1.7	13.0
Голянь Чекановского	12.0	25.0	1.44	39.2
Карась серебряный	5.0	4.2	3.36	190.5
Маньчжурский пескарь	6.0-7.0	3.4-3.9	1.62	44.4

Основу питания сибирской щиповки составляли личинки поденок, личинки хирономид. Довольно часто в составе пищи встречались мелкие представители зоопланктона, песок, икра рыб. Однако их роль в питании сибирской щиповки была невелика (рис. 3). При этом упитанность рыб была очень низкой (табл. 1).

Сибирский голец *Barbatula toni* (Dybowski, 1869) и пескарь Солдатова *Gobio soldatovi* Berg, 1914 имели сходный состав пищи. Основу их питания составляли личинки хирономид и ручейников. Однако, сильных конкурентных отношений между ними может не возникнуть, в силу их обитания на разных биотопах. Как и в других водотоках Верхнеамурского бассейна в осенний период степень наполнения желудочно-кишечных трактов рыб резко падает. Пищевой спектр ограничен небольшим количеством потребляемых организмов (Горлачева, 2014).

Гольян Чекановского *Phoxinus czekanowskii* Dybowski, 1869 р. Бырца питался в основном рыбой. Это очевидно связано с тем, что те экземпляры, которые были отобраны для анализа, имели самые высокие показатели длины и массы (табл. 1). Наличие высокой численности мелких рыб других видов, позволило ему полностью перейти на использование рыбной пищи.

Сибирский пескарь *G. gobio synocephalus* Dybowski, 1869 полностью для удовлетворения своих пищевых потребностей использовал личинок ручейников (рис. 3).

Обращает на себя внимание тот факт, что в составе ихтиофауны отмечены представители китайского фаунистического комплекса: амурский чебачек *Pseudorasbora parva* Bleeker (Temminck et Schlegel, 1846), маньчжурский пескарь *Gnathopogon mantschuricus* и владиславия *Ladislavia taczanowskii* Dybowski, 1869. Однако спектры их питания имеют существенные различия. Амурский чебачек предпочитает личинок хирономид, владиславия — растительность, а маньчжурский пескарь в значительных количествах потреблял детрит животного происхождения. Обращает на себя тот факт, что именно представители данного фаунистического комплекса имели низкую степень наполнения и большой процент пустых желудочно-кишечных трактов. Это может указывать на то, что в осенний период в р. Бырца, имеющей полугорный характер течения, для данных видов складываются неблагоприятные условия для питания.

Молодь карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782) имела высокую упитанность и накормленность. Основу питания составили мелкие хидориды.

Таким образом, проведенные исследования подтверждают тот факт, что для питания рыб в реках горного и полугорного типа большое значение имеют представители амфибиотических животных: личинки поденок, ручейников, мошек, веснянок и хирономид. При этом одни виды рыб используют в пищу одну группу организмов, а другие могут использовать весь набор пищевых организмов. Тем не менее, всегда присутствует и доминирует какой-то излюбленный вид корма. В целом трофическая структура соответствует кормовым условиям р. Бырца и при антропогенном воздействии может быть значительно нарушена.

Список литературы

- Горлачева Е.П., Афонин А.В. Биологическое разнообразие рыб р. Онон // IVМежд. Научн. конф. Zoocenosis – 2007. Днепропетровск: Изд-во ДНУ, 2007. С. 138–140.
- Горлачева Е.П., Афонин А.В. Биоразнообразие рыб бассейна реки Бальджа // II Межд. конф. Биодиверситиология: современные проблемы сохранения биологического разнообразия. Чебоксары: Новая Заря, 2010а. С. 52–55.
- Горлачева Е.П., Афонин А.В. Распространение и биология сига-хадары *Coregonus chadary* Dybowski, 1861 бассейна реки Онон (Восточное Забайкалье) // Вестник КрасГАУ, вып. 4. 2010б. С. 62–69.
- Горлачева Е.П., Афонин А.В. Особенности распространения и биология рыб верхнего течения реки Онон // Межд. конф. Природоохранное сотрудничество Россия, Монголия, Китай. Чита, 2011. № 2. С. 53–58.
- Горлачева Е.П. Питание сибирского гольца *Barbatula toni* (Dybowski, 1869) некоторых рек Забайкальского края // Ученые записки ЗабГУ. 2014. № 1 (54). С. 76–81.
- Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М.: Наука, 1974. 254 с.

УДК 595.754 (477.7)

ВОДНЫЕ ПОЛУЖЕСТКОКРЫЛЫЕ ВОДОТОКОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ УКРАИНЫ

М. А. Грандова

Институт зоологии им. И.И. Шмальгаузена НАН Украины, ул. Б. Хмельницкого, 15, nepa@mail.ru

Водные полужесткокрылые представляют собой один из важных компонентов водных биоценозов. Видовой состав и сезонные изменения численности и биомассы водных клопов в разных типах водотоков степной зоны Украины имеют характерные особенности. Для малых пересыхающих рек большое значение имеют постоянные внепойменные водоемы, которые в засушливое играют роль рефугиумов для водных полужесткокрылых. Здесь же происходит и зимовка многих видов, особенно если русло не успевает заполниться до наступления холодов. При этом размножение большинства видов происходит в русловых биотопах реки и ее разливах. Сезонные изменения в ручьях сходны с таковыми для малых пересыхающих рек, однако весенние и летний периоды в них проходят быстрее. За счет сильного пересыхания летом и отсутствия постоянных пойменных водоемов, летних пиков количественных показателей в родниках не наблюдается. В больших реках на протяжении большей части года численность, биомасса и видовое разнообразие пойменных водоемов превышала таковое в русловых биотопах, летние миграции водных клопов, характерные для малых рек, в экосистемах больших рек не отмечены.

Ключевые слова: водные полужесткокрылые, родники и ручьи, малые пересыхающие реки, большие реки.

Aquatic Heteroptera are one of the important components of water biocenoses. Seasonal changes of the species diversity, abundance and biomass of water bugs have some peculiarities in different water objects. In the small intermittent rivers a great role belongs to the extra inundated basins which serve as refugia during the droughty period when the riverbed is dry. The wintering of many species also takes place there, especially when the riverbed is not filled before the cold period. However, the reproduction of most species takes place in the riverbed and associated flooded areas. Seasonal changes in species composition, abundance and biomass in streams are similar to those for small intermittent rivers. However, spring and summer periodic changes are happening faster in streams. Due to the strong summer drying and lack of permanent flood waters there are no summer maximums of abundance and

biomass. In the great rivers during almost all the year round the species diversity, biomass and abundance of water bugs in the flood-plain water bodies was higher than the same characteristics in the riverbed. The summer migration of water bugs which are typical for small intermittent rivers, in the great rivers are occasional.

Keywords: aquatic Heteroptera, small intermittent rivers, great rivers, streams.

Водные полужесткокрылые представляют собой один из важных компонентов водных биоценозов, однако специальные исследования сезонных изменений видового состава и биотопического распределения этих насекомых в степной зоне Украины ранее практически не проводилось. Только в работах В.Н. Граммы и А.Г. Шатровского (Грамма, 1987, Грамма, Шатровский, 1992) приведены общие фаунистические и экологические сведения, касающиеся Черноморского заповедника. В настоящей работе мы сравним видовой состав и сезонные изменения численности и биомассы водных клопов в разных типах водотоков степной зоны Украины — больших реках, малых пересыхающих реках и малых водотоках (родниках и ручьях). Материалом для исследований в основном послужили собственные сборы автора (2007–2013), которые были дополнены сборами В.Г. Дядичко, М.О. Соны и А.В. Мартынова.

В ходе исследований было найдено 42 вида водных клопов (табл.). Подтверждены находки на Украине *Micronecta scholtzi*, так как ранее обитание здесь этого вида ставилось под сомнение (Putshkov, Putshkov, 1996). Впервые на Украине найдена *Sigara mayri* (Fieber, 1860), понтийско-средиземноморский вид, ранее не заходивший за 45° с.ш. (Jansson, 1995). Пять видов впервые приводятся для юга Украины (*Cymatia bondsdorffii* (C.R. Sahlberg, 1819), *Hydrometra stagnorum* (Linnaeus, 1758), *H. gracilentata* Horvath, 1899, *Sigara fossarum* (Leach, 1817), *Velia saulii* Tamanini, 1947). Наибольшее число видов было найдено в больших реках, однако в малых водотоках был найден ряд видов, не встречающихся в крупных водотоках — *S. fossarum*, *Notonecta lutea* Muller, 1776, *V. saulii*, *Limnopus rufoscutellatus* (Latreille, 1807), *Gerris costae* (Herrich-Schaeffer, 1850).

Таблица. Видовой состав клещей водотоков

Семейство	Вид	Большие реки	Малые реки	Родники и ручьи
Nepidae	<i>Nepa cinerea</i> Linnaeus, 1758	+	+	+
	<i>Ranatra linearis</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
Micronectidae	<i>Micronecta pusilla</i> (Horvath, 1895)	+		
	<i>Micronecta scholtzi</i> (Fieber, 1860)		+	
Corixidae	<i>Cymatia coleoptrata</i> (Fabricius, 1777)	+		
	<i>C. bondsdorffii</i> (C.R. Sahlberg, 1819)	+		
	<i>C. rogenhoferi</i> (Fieber, 1864)	+	+	
	<i>Corixa affinis</i> Leach, 1817	+	+	+
	<i>C. panzeri</i> Fieber, 1848	+		
	<i>C. punctata</i> (Illiger, 1807)	+	+	+
	<i>Hesperocorixa linnaei</i> (Fieber, 1848)	+	+	+
	<i>Paracorixa concinna</i> (Fieber, 1848)	+	+	
	<i>Sigara assimilis</i> (Fieber, 1848)	+	+	+
	<i>S. fossarum</i> (Leach, 1817)		+	
	<i>S. iactans</i> Jansson, 1983	+	+	+
	<i>S. lateralis</i> (Leach, 1817)	+	+	+
	<i>S. mayri</i> (Fieber, 1860)	+		+
	<i>S. nigrolineata</i> (Fieber, 1848)	+	+	
	<i>S. stagnalis</i> (Leach, 1817)	+	+	+
	<i>S. striata</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
Naucoridae	<i>Ilyocoris cimicoides</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
Aphelocheiridae	<i>Aphelocheirus aestivalis</i> (Fabricius, 1794)	+		+
Notonectidae	<i>Notonecta glauca</i> Linnaeus, 1758	+		+
	<i>N. viridis</i> Delcourt, 1909	+		+
	<i>Notonecta lutea</i> Muller, 1776		+	
Pleidae	<i>Plea minutissima</i> Leach, 1817	+	+	+
Mesoveliidae	<i>Mesovelia furcata</i> Mulsant et Rey, 1852	+		
Hebridae	<i>Hebrus ruficeps</i> Thomson, 1871		+	
	<i>Hebrus pusillus</i> (Fallen, 1807)	+		
Hydrometridae	<i>Hydrometra gracilentata</i> Horvath, 1899	+	+	
	<i>H. stagnorum</i> (Linnaeus, 1758)	+		
Veliidae	<i>Microvelia reticulata</i> (Burmeister, 1835)	+	+	
	<i>Velia saulii</i> Tamanini, 1947			+
Gerridae	<i>Limnopus rufoscutellatus</i> (Latreille, 1807)		+	+
	<i>Aquarius paludum</i> (Fabricius, 1794)	+		+
	<i>Gerris argentatus</i> Schummel, 1832	+	+	+
	<i>G. costae</i> (Herrich-Schaeffer, 1850)			+
	<i>G. asper</i> (Fieber, 1860)	+	+	
	<i>G. lacustris</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
	<i>G. odontogaster</i> (Zetterstedt, 1828)	+	+	+
	<i>G. thoracicus</i> Schummel, 1832	+	+	+

В экосистемах больших рек степной зоны Украины найдено 34 вида водных клопов из 12 семейств, в малых пересыхающих реках и ассоциированных с ними водных объектах отмечено 30 видов водных клопов, относящихся к 9 семействам, в ручьях и родниках — 22 вида из 8 семейств, при этом наиболее богатый видовой состав в лимнокренах (15), несколько меньше видов найдено в ручьях (11) и реокренах (9), беднее всего заселены гелокрены (1). В большинстве водных объектов региона преобладают широко распространенные политопные виды.

Малые пересыхающие реки — один из самых распространенных типов водотоков степной зоны Украины. В условиях засушливого климата они становятся рефугиумами для водных и околотоводных организмов (Дядичко, 2008, 2009), а их долины служат «экологическими коридорами» для распространения видов из других ландшафтно-климатических зон (Грамма, 1974), играя важную роль в формировании и поддержании биоразнообразия степной зоны.

Отмечено, что в ранневесенний период в экосистемах малых пересыхающих рек доминирование количественных показателей наблюдается во внепойменных водоемах. В середине весеннего периода максимум биомассы, а затем и численности отмечены в разливах, а поздней весной и в начале лета — в русле (рис. 1). Максимальные значения численности (449 экз./м²) и биомассы (8811 мг/м²) наблюдались в карьерах в середине летне-осеннего периода (конец июля-начало августа), после пересыхания русловых биотопов и появления нимф второго поколения поливольтинных видов. Таким образом, в засушливое время года, когда русловые биотопы и разливы пересыхают, постоянные внепойменные водоемы играют роль рефугиумов для водных полужесткокрылых. Здесь же происходит и зимовка многих видов, особенно если русло не успевает заполниться до наступления холодов. Вместе с тем, размножение большинства видов происходит в русловых биотопах реки и ее разливах.

Родники и ручьи представляются собой наиболее многочисленный тип водотоков степной зоны Украины. Вдали от больших и малых рек они играют роль рефугиумов для многих водных насекомых. В поймах рек они активно заселяются как видами, мигрирующими из других водных объектов, так и стенобионтами, не встречающимися в других биотопах. В зависимости от типа родника картина сезонных изменений видового состава и количественных характеристик выглядит по-разному. Видовой состав реокренов остается практически неизменным в течение года. В лимнокренах количественные характеристики водных клопов зависят от его площади и времени существования, видовой состав пересыхающих лимнокренов весной и осенью может заметно отличаться. Сезонные изменения видового состава, численности и биомассы в ручьях сходны с таковыми для малых пересыхающих рек, однако весенние и летний периоды в них проходят быстрее (рис. 2). За счет сильного пересыхания летом и отсутствия постоянных пойменных водоемов, служащих рефугиумами в период пересыхания малых рек, численность второго и третьего поколения поливалентных видов очень низкая. Значительного повышения количественных показателей во второй половине лета, характерных для больших рек и пойменных водоемов малых пересыхающих рек, в ручьях не отмечено, в осенний период численность также остается достаточно низкой.

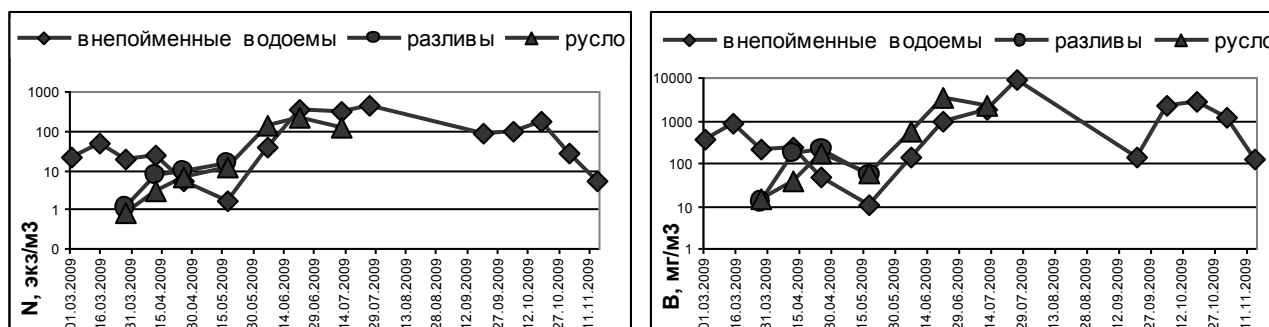


Рис. 1. Сезонные изменения численности и биомассы водных клопов в экосистемах малых пересыхающих рек.

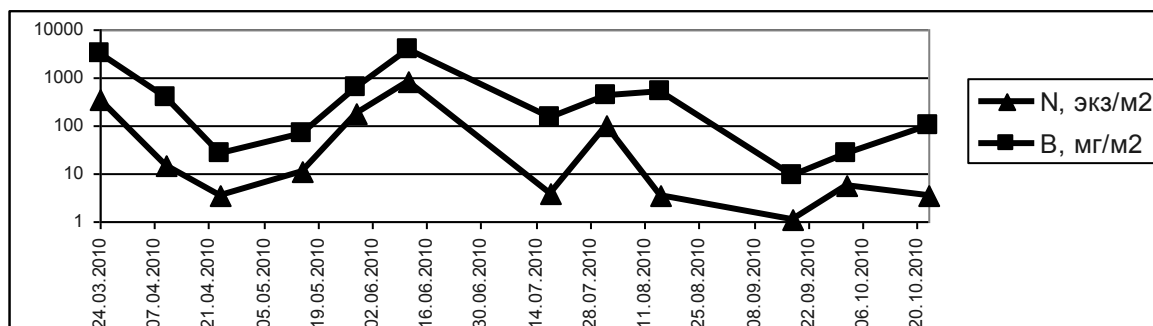


Рис. 2. Сезонные изменения численности и биомассы водных клопов в малых водотоках.

Гидрологический режим больших рек сильно отличается от такового рассмотренных выше пересыхающих водотоков. Количественные исследования показали, что на протяжении большей части года численность, биомасса и видовое разнообразие водных клопов пойменных водоемов превышала таковое в русловых биото-

пах (рис. 3). Это объясняется тем, что большая глубина, высокая скорость течения и бедная растительность (за исключением малоприспособленных для заселения большинством водных клопов тростниковых ассоциаций) создают неблагоприятные условия для развития многих представителей инфраотряда Nepomorpha, и в русле обитают в основном Gerridae. Исключения составляет период весеннего паводка, когда на затопленных открытых и хорошо прогреваемых отмелях с глубинами 1–10 см скапливаются свежевывлупившиеся нимфы младших возрастов и перезимовавшие нимфы Micropeptidae, численность которых достигает до нескольких десятков тысяч на м². Благодаря постоянству русловых биотопов летние миграции водных клопов, характерные для малых рек, в экосистемах больших рек не отмечены. Видовой состав русла и постоянных пойменных водоемов на протяжении летне-осеннего периода остается практически неизменным. В летний период количественные показатели таксоценоза водных клопов больших рек подвержены значительным колебаниям и определяются не только сукцессионными процессами, но и изменениями режима водности во время летних паводков, во многих случаях сопровождающихся антропогенными сбросами. Наибольшие значения численности (1438 экз./м²) наблюдались в плавнях в середине июля, после появления нимф второго поколения поливольтирных видов, наибольшие значения биомассы (17 г/м²) — в октябре в плавневом озере, где собираются на зимовку представители Nepomorpha. Таким образом, большую часть года таксоценозы водных клопов всех рассматриваемых объектов образуют единый комплекс, основу которого составляют обитатели пойменных водоемов.

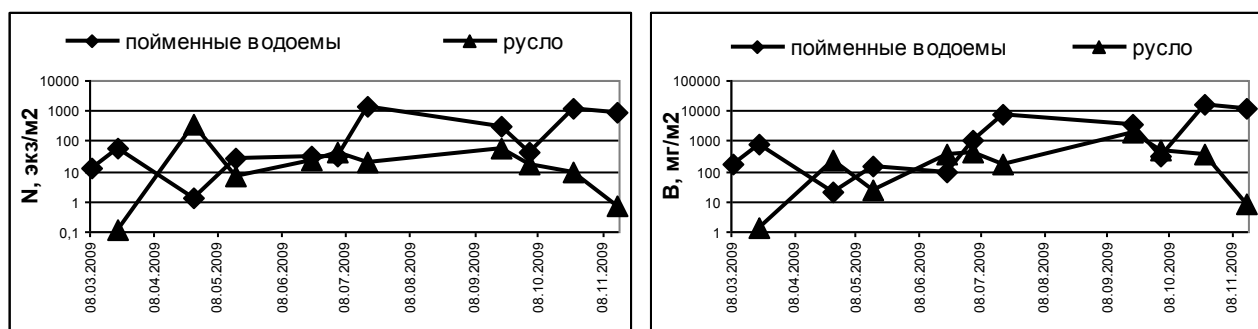


Рис. 3. Сезонные изменения численности и биомассы водных клопов в экосистемах больших рек.

Несмотря на особенности разных типов водных объектов, сезонные изменения видового состава, численности и биомассы водных полужесткокрылых в целом носят волнообразный характер и определяются погодноклиматическими условиями года и особенностями протекания жизненных циклов доминирующих видов. Функция разных водных объектов, входящих в состав пойменной экосистемы, как мест обитания гидробионтов, неодинакова и не взаимозаменяема, вследствие чего задача сохранения биоразнообразия невыполнима без изучения и охраны всего архитектурного комплекса речной долины.

Список литературы

- Грамма В.Н. Эколого-фаунистический обзор водных Adephaga (Coleoptera: Haliplidae, Dytiscidae, Gyrinidae) Левобережной Украины: Автореф. дис. канд. биол. наук / Харьк. гос. ун-т. Харьков, 1974. 21 с.
- Грамма В.Н. Сезонные изменения водной энтомофауны Черноморского заповедника // 3-й съезд Украинского энтомологического общества: Тез. докл. (Канев, сент. 1987 г.) / Ин-т зоологии АН УССР и др. Киев, 1987. С. 49–50.
- Грамма В.Н., Шатровский А.Г. Эколого-фаунистическая характеристика водных насекомых (Hemiptera, Coleoptera) Черноморского заповедника // Природные комплексы Черноморского государственного биосферного заповедника: Сб. ст. Ин-т зоологии им. И.И. Шмальгаузена. К., 1992. С. 77–82.
- Дядичко В.Г. Сезонные изменения видового состава водных плотоядных жуков Hydradephaga (Coleoptera) пересыхающих рек юга Украины // Вестник зоологии. 2008. 42, № 3. С. 255–261.
- Дядичко В.Г. Сезонная динамика численности и биомассы Hydradephaga (Coleoptera) в пойменных экосистемах и родниках Северо-Западного Причерноморья // Гидробиологический журнал. 2009. 45, № 3. С. 24–35.
- Jansson, A. Family Corixidae Leach, 1815 – water boatmen. Pp. 26–56. In: Aukema, B., Rieger, C., (eds.). Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region. Vol.1. Enicocephalomorpha, Dipsocoromorpha, Nepomorpha, Gerromorpha and Leptopodomorpha. Amsterdam: The Netherlands Entomological Society, 1995. -xxvi+222 p.
- Putshkov V.G., Putshkov P.V. Heteroptera of the Ukraine: check list and distribution. St. Petersburg, 1996. 108 pp.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ МАЛЫХ РЕК ВОДОСБОРНОГО БАССЕЙНА ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

И. Л. Григорьева, А. Б. Комиссаров, Е. А. Чекмарева
 ФГБУН Институт водных проблем Российской академии наук,
 119333, Россия, Москва, ул. Губкина д. 3, Irina.Grigorieva@list.ru

Представлены результаты гидрохимических исследований малых рек водосборного бассейна Иваньковского водохранилища, самого водоема и озера Селигер в летний период 2012 г. Показана неоднородность химического состава воды водотоков и отмечена роль природных и антропогенных факторов в увеличении концентраций и значений отдельных показателей и ингредиентов.

Ключевые слова: малые реки, Иваньковское водохранилище, озеро Селигер, озеро Великое, минерализация воды, сульфаты, хлориды, биогенные элементы, органическое вещество.

THE FEATURES OF DEVELOPMENT AND MODERN STATE OF WATER QUALITY IN SMALL RIVERS IN THE CATCHMENT OF THE IVANKOVO RESERVOIR

I. Grigorieva, A. Komissarov, E. Chekmariova

Water Problems Institute, Russian Academy of Sciences, ul. Gubkina 3, Moscow, 119333 Russia, Irina.Grigorieva@list.ru

There are presented the results of hydrochemical research of small rivers in the catchment of the Ivankovo reservoir and lake Seliger in summer 2012. It is shown mixed chemical composition of the water streams and the role of natural and anthropogenic factors in increasing concentrations and values of selected indicators and ingredients.

Keywords: Small rivers, Ivankovo reservoir and lake Seliger, water salinity, sulphates, chlorides, biogenic elements, organic matter.

Формирование качества воды малых рек водосборного бассейна Иваньковского водохранилища происходит под влиянием природных и антропогенных факторов, подробное описание которых представлено нами в [1, 2]. Современное состояние качества воды малых рек (табл. 1), Иваньковского водохранилища (замыкающий створ) и оз. Селигер (Селижаровский плес) проводилось авторами в летнюю межень 2012 г. Результаты исследования представлены в таблицах 2–5.

Таблица 1. Основные гидролого-морфометрические характеристики исследуемых малых рек водосборного бассейна Иваньковского водохранилища

Название водотока (лв – левый, пр – правый)	Расстояние от истока Волги	Длина, км	Площадь водосбора, км ²	Средний годовой расход, м ³ /с	Ширина, м
Жукопа (пр)	62	96	1340	–	3–40
Селижаровка (лв)	119	36	2950	20	До 40
Большая Коша (лв)	141	88	763	5.9	До 30
Малая Коша (лв)	145	52	431	–	–
Итомя (лв)	185	57	331	–	–
Сишка (пр)	232	74	448	–	–
Вазуза (пр)	289	162	7120	34.6	–
Держа (пр)	306	89	730	5.0	–
Орша (лв)	467	72	752	–	–
Дойбица (пр)	–	24	192	1.25	0.5–100
Сучок (пр)	521	17	58.3	0.38	3–60
Донховка (пр)	523	25	158	1.03	5–400
Созь (лв)	533	34	575	3.7	3–300

Таблица 2. Значения физико-химических показателей воды исследованных водных объектов

Водный объект	Температура воды, °С	pH	χ , мС/м	мутность	Растворенный кислород, мг/дм ³	% насыщения кислородом
р. Жукопа	22.4	7.4	12.1	3.5	5.4	62.8
р. Селижаровка	20.5	7.6	14.4	2.5	7.2	80.6
оз. Селигер	21.0	7.8	12.4	2.4	–	–
р. Большая Коша	21.0	8.0	21.1	1.0	9.7	109.7
р. Малая Коша	18.3	8.1	23.3	1.7	9.5	101.7
р. Итомя	–	8.3	22.9	1.8	11.7	–
р. Сишка	20.4	8.3	37.1	1.8	10.4	116.2
р. Вазуза	14.8	7.7	23.2	5.0	12.6	125
р. Держа	–	8.4	29.3	2.6	11.6	–
р. Орша	19.8	7.2	36.5	2.8	5.6	61.8
р. Дойбица	18.4	8	45.8	5.4	6.5	69.7
р. Сучок	17.4	7.6	31.6	8.3	7.4	77.7
р. Донховка	16.4	7.9	45.2	2.0	6.2	63.7
р. Созь	19.2	7.1	7.1	14.7	7.4	80.7
Иваньковское водохранилище	25.1	–	22.2	2.3	–	–

Таблица 3. Концентрации главных ионов (мг/дм³) и значения минерализации воды (мг/дм³) исследованных водных объектов

Водный объект	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	М
р. Жукопа	24	6.1	85.4	5.6	0.8	126
р. Селижаровка	22	3.6	91.5	8.1	4.0	140
Оз. Селигер	20	2.4	73.2	6.6	4.0	113
р. Большая Коша	38.0	6.1	153	10.3	0.8	217
р. Малая Коша	42.0	6.1	158	9.2	0.8	224
р. Итомля	38.0	9.7	159	5.8	0.8	216
р. Шишка	60.0	14.6	246	10.0	8.9	363
р. Вазуза	36.0	7.3	153	9.7	0.8	211
р. Держа	46.0	9.7	214	5.6	0.8	290
р. Орша	52.1	14.6	214	17.8	8.9	328
р. Дойбица	51.1	28.0	264	11.4	20.4	390
р. Сучок	46.4	20.7	186	11.3	3.8	443
р. Донховка	65.3	17.4	256	21.2	13.4	397
р. Созь	10	3.3	29.0	9.8	0.8	59
Иваньковское водохранилище	36.0	7.3	146.0	9.2	1.6	207

Результаты химического анализа проб воды, отобранных в устьевых зонах ряда малых притоков верхнего участка Волги (Жукопа, Селижаровка, Большая и Малая Коша, Итомля, Шишка, Вазуза, Держа) и притоков Иваньковского водохранилища (Орша, Дойбица, Донховка, Сучок, Созь) показали, что в период летней межени гидрохимический режим рек различен. Так минерализация воды колеблется от 59 мг/дм³ (р. Созь) до 443 мг/дм³ (р. Сучок) (табл. 3). Цветность воды варьирует в диапазоне от 45 до 200 градусов Рт-Со шкалы цветности, перманганатная окисляемость — от 8.2 (р. Шишка) до 47 мг О/дм³ (р. Жукопа) (табл. 5). Максимальная концентрации аммонийного азота (0.75 мг/дм³) и железа общего (1.8 мг/дм³) зафиксированы в воде р. Жукопы (табл. 4), минимальная концентрация аммонийного азота (0.12 мг/дм³) отмечена в воде р. Шишки, а минимальная концентрация железа общего (0.21 мг/дм³) наблюдалась в воде р. Вазузы. Максимальные концентрации нитратного азота (свыше 1.0 мг/дм³) были зафиксированы в воде малых притоков Иваньковского водохранилища (Созь, Сучок, Донховка), а минимальные (0.09-0.11 мг/дм³) — в воде притоков верхнего участка Волги (рр. Большая Коша и Держа) (табл. 4). Максимальная концентрация марганца (0.35 мг/дм³) наблюдалась в воде р. Сучок, тогда как в воде остальных малых рек она, в основном, не превышала 0.10 мг/дм³ (табл. 5).

Таблица 4. Концентрации биогенных элементов в воде исследованных водных объектов

Водный объект	Р _{мин} , мгР/дм ³	Р _{общ} , мгР/дм ³	NH ₄ ⁺ , мгN/дм ³	NO ₂ ⁻ , мгN/дм ³	NO ₃ ⁻ , мгN/дм ³	SiO ₂ , мг/дм ³	Fe _{общ} , мг/дм ³
р. Жукопа	0.030	0.090	0.75	0.007	0.38	3.3	1.8
р. Селижаровка	0.010	0.081	0.23	0.009	0.18	2.0	0.19
Оз. Селигер	0.010	0.063	0.21	0.001	0.16	0.5	0.12
р. Большая Коша	0.008	0.063	0.32	0.015	0.09	3.4	0.35
р. Малая Коша	0.022	0.066	0.30	0.003	0.38	3.4	0.48
р. Итомля	0.015	0.097	0.25	0.006	0.25	3.1	0.41
р. Шишка	0.032	0.055	0.12	0.004	0.27	2.1	0.27
р. Вазуза	0.045	0.108	0.13	0.040	0.27	2.7	0.21
р. Держа	0.053	0.235	0.19	0.003	0.11	4.3	0.38
р. Орша	0.058	0.139	-	0.05	0.93	8.9	1.4
р. Дойбица	0.067	0.122	0.32	0.013	0.65	6.5	0.6
р. Сучок	0.026	0.140	0.56	0.035	1.16	4.3	1.9
р. Донховка	0.094	0.127	0.35	0.023	1.03	4.9	0.7
р. Созь	0.08	0.044	0.44	0.017	1.22	4.7	0.8
Иваньковское водохранилище	0.037	0.073	0.25	0.005	0.14	1.4	0.1

Содержание легко окисляемого органического вещества в воде малых рек были невысоки и изменялись в диапазоне от 1.4 (р. Орша) до 3.8 мг О₂/дм³ (р. Жукопа) (табл. 5). Во всех притоках Иваньковского водохранилища и в рр. Жукопа и Селижаровка наблюдалась недонасыщенность воды кислородом (табл. 2).

Наши исследования показали, что в период летней межени гидрохимический режим реки зависит от типа питания. Если в питании реки значительная доля приходится на болотные воды, то для нее характерны: высокая цветность воды, повышенные концентрации аммонийного азота, железа общего, высокие значения органического вещества. Это рр. Жукопа, Орша, Сучок, Дойбица и Донховка. Гидрохимический режим рек Селижаровка и Созь идентичен режиму озер Селигер и Великое, из которых они вытекают. Повышенные концентрации сульфат- и хлорид-анионов, а также нитратного азота свидетельствуют о повышенной антропогенной нагрузке на водотоки (р. Донховка, Дойбица). Высокие концентрации марганца отмечались в воде рек Сучок и Донховка, подверженных значительному зарастанию в устьевых зонах.

Таблица 5. Значения показателей органического вещества и концентраций марганца в воде исследованных водных объектов

Водный объект	БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	Цветность, град.	ПО, мгО/дм ³	Мп, мг/дм ³
р. Жукопа	3.8	300	47.0	0.06
р. Селижаровка	2.5	45	12.7	0.02
оз. Селигер	2.6	30	10.4	0.02
р. Большая Коша	2.1	90	18.4	0.01
р. Малая Коша	1.6	100	18.8	0.04
р. Итомля	2.1	100	18.4	0.04
р. Шишка	1.6	45	8.2	0.06
р. Вазуза	1.9	50	9.0	0.07
р. Держа	1.9	50	9.0	0.07
р. Орша	1.4	200	36	0.10
р. Дойбица	2.3	106	18	0.09
р. Сучок	3.4	80	35.9	0.35
р. Донховка	1.9	131	26.7	0.14
р. Созь	3.0	158	30.8	0.02
Иваньковское водохранилище	2.8	55	9.8	0.02

В воде притоков Иваньковского водохранилища, антропогенная нагрузка на которые более значительная, чем на притоки верхнего участка Волги, отмечаются более высокие концентрации нитратного азота, сульфатов и хлоридов (табл. 3, 4). Вода большинства притоков Иваньковского водохранилища в летний период более минерализована, чем в самом водоеме, за счет увеличения роли подземных вод в питании водотоков. В воде притоков Иваньковского водохранилища отмечались также более высокие значения цветности, ПО и более высокие концентрации железа общего, марганца, биогенных элементов и сульфатов по сравнению с водой водохранилища.

Список литературы

1. Григорьева И.Л., Комиссаров А.Б. Сравнительная гидрохимическая оценка современного состояния некоторых водных объектов Верхней Волги // Водные ресурсы. 2014. Т. 41. № 3. С. 269–283.
2. Григорьева И.Л., Ланцова И.В., Тулякова Г.В. Геоэкология Иваньковского водохранилища и его водосбора. Конаково, 2000. 248 с.

УДК 556.53:546.17

ФАКТОРЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ГОМЕОСТАЗА АЗОТА В ЭКОСИСТЕМЕ МАЛОЙ РЕКИ

В. В. Грубинко, И. Л. Суходольская, И. Б. Грюк

*Тернопольский педагогический университет имени Владимира Гнатюка,
46027, Украина, г. Тернополь, ул. М. Кривоноса, 2. E-mail: v.grubinko2@yahoo.com*

Поддержание гомеостаза азота в экосистеме малой реки определяется как природными (химическая и биологическая трансформация), так и антропогенными факторами. Одними из основных факторов, наиболее выраженными в малых реках Ровенской области, являются: температура, содержание кислорода, водородный показатель (рН), аммоний фиксирующая способность водных растений и планктонных водорослей.

Ключевые слова: соединения азота, гомеостаз, факторы, поверхностные воды, малые реки.

MAINTAINING FACTORS OF HOMEOSTASIS OF NITROGEN WITHIN SMALL RIVER ECOSYSTEM

V.V. Grubinko, I.L. Sukhodolska, I.B. Gryuk

*Ternopil Volodymyr Hnatyuk National Pedagogical University
46027, Ukraine, Ternopil, M. Kryvonis St. 2. E-mail: v.grubinko2@yahoo.com*

Maintenance of nitrogen homeostasis in the ecosystem of the small river is defined by the natural factors (chemical and biological transformation) as well as anthropogenic factors. Some of the main factors, the most pronounced in the small rivers of Rivne region, are temperature, oxygen content, pH value, water plants and plankton algae (ability to connect ammonium).

Keywords: nitrogen compounds, homeostasis, factors, surface water, small rivers.

В современных условиях техногенеза антропогенные потоки загрязняющих веществ вовлекаются в природный круговорот. Преимущественно они иммобилизуются на территориях водосборного бассейна водоемов, а затем с водотоками достигают конечного водоема (Максимова, 2012). Антропогенное воздействие приводит к нарушению гомеостаза природной биогеохимической сбалансированности экосистемы водоема и химических циклов. В современных условиях водоемов, прежде всего, нарушаются циклы жизненно важных элементов — азота и фосфора. Азот присутствует в природных водах в виде разнообразных неорганических и органических соединений, главным образом в составе аминокислот и белков организмов и продуктов их распада. К числу неорганических соединений относятся аммонийные — NH_4^+ , нитритные — NO_2^- и нитратные — NO_3^- ионы. Превращение этих соединений взаимосвязаны, они могут превращаться друг в друга и поэтому рассматриваются как совместная целостная система. Поведение соединений азота вызывает повышенный интерес, так как они являются важным показателем загрязнения вод, поскольку имеют высокую токсичность для гидробионтов и человека.

Цель нашего исследования состояла в изучении содержания соединений азота и факторов формирования их гомеостаза в малых реках с различным уровнем антропогенной нагрузки. Районом исследований была Ровенская область (Украина), в которой условно выделено 4 типа территорий, отличающихся по уровню антропогенной нагрузки: рекреационная (р. Простырь), аграрная (р. Иква), урбанизированная (р. Устя, г. Ровно) и техногеннотрансформированная (р. Устя, г. Здолбунов). Проанализировано 288 проб воды, отобранных из контрольных створов малых рек в течение 2012-2013 гг.

Малые речные бассейны исследованных территорий весьма чувствительны к антропогенным нагрузкам и, несмотря на достаточно высокую способность к самоочищению, отвечают на эти нагрузки негативными изменениями химического состава воды.

Известно, что в незагрязненных поверхностных водах с преобладанием слабощелочной среды концентрация аммонийного азота может составлять $n \cdot 10^{-3}$ – $n \cdot 10^{-2}$ мг/дм³ (Бочаров и др., 2004). Содержание NH_4^+ во всех исследуемых малых реках Ровенской области превышала ПДКрыбхоз (рис. 1).

В водоеме рекреационной территории минимальные значения содержания NH_4^+ наблюдали в июле (0.460 мг/дм³), максимальные — в июне (1.814 мг/дм³), что превышает ПДК рыбхоз. (ПДК(NH_4^+) рыбхоз. = 0.5 мг/дм³) в 3.6 раза. В реке урбанизированной территории минимальное значение содержания аммонийного азота наблюдали в июле (0.591 мг/дм³), максимальное — в марте (2.991 мг/дм³), что превышает ПДКрыбхоз. в 1.1 раза и 6.0 раза соответственно. В водном объекте аграрной территории содержание аммонийного азота колебалось от минимального значения в августе (0.283 мг/дм³) до максимального в марте (2.074 мг/дм³). В малой реке техногеннотрансформированной территории концентрация NH_4^+ менялась на протяжении исследуемого периода от минимального в январе (0.397 мг/дм³) до максимального в марте (1.351 мг/дм³).

Увеличение содержания аммонийного азота, по-видимому, обусловлено рядом факторов, среди которых главным является хозяйственная деятельность: сброс в водоем промышленных, хозяйственно-бытовых и сточных вод. Высокое содержание аммония, в том числе и на рекреационной территории, результат антропогенного влияния.

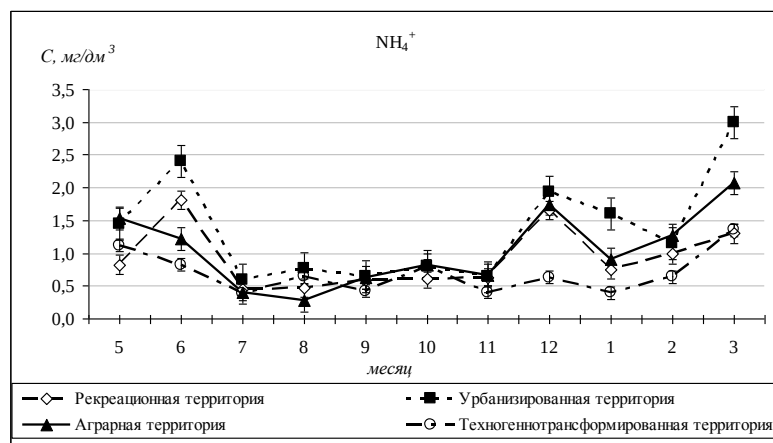


Рис. 1. Содержание NH_4^+ в воде малых рек на протяжении мая-декабря 2012 г. и января-марта 2013 г. ($M \pm m$; $n = 5-6$).

Известно, что нитриты — промежуточный продукт биохимического окисления аммиака или восстановления нитратов (Алекин, 1948). В поверхностных водах нитриты находятся в растворенном виде. Их повышенное содержание указывает на усиление процессов разложения органических веществ в условиях более медленного окисления NO_2^- в NO_3^- , что свидетельствует о загрязнении водного объекта.

Содержание нитритов на рекреационной территории изменялось от 0.002 мг/дм³ в июле и августе до 0.006 мг/дм³ в мае и находилось в пределах ПДКрыбхоз. в течение всего периода исследования (ПДК(NO_2^-) рыбхоз. = 0.08 мг/дм³). Минимальная концентрация нитритов в воде реки урбанизированной территории была обнаружена в августе и сентябре (0.002 мг/дм³), максимальная — в мае (0.010 мг/дм³). Анализ содержания нитритов в воде реки аграрной территории показал, что данный показатель находится в пределах допустимых норм ПДКрыбхоз. Содержание NO_2^- в реке техногеннотрансформированной территории изменялось от минимального в августе (0.003 мг/дм³) до максимального в ноябре (0.008 мг/дм³). Следует отметить, что увеличение концентрации нитритов в реках рекреационной и урбанизированной территорий выявляется в весенний период (май). В реках аграрной территории увеличение содержания NO_2^- наблюдали в конце лета (август) и весной, техногеннотрансформированной — осенью и весной (рис. 2).

Нитрат-ион является конечным продуктом сложного процесса минерализации органического вещества. Скорость отдельных звеньев этого процесса различна (Алекин, 1948). Минимальные значения содержания нитратов в реке рекреационной территории наблюдали в октябре (0.014 мг/дм³), максимальные — в мае (0.124 мг/дм³). В реке урбанизированной территории минимальная концентрация NO_3^- обнаружена в сентябре — 0.008 мг/дм³, максимальная — в марте (0.153 мг/дм³). Содержание нитратов водного объекта аграрной территории колебалось от минимального в июне (0.026 мг/дм³) до максимального в марте (0.170 мг/дм³). Минимальная концентрация нитратов в реке техногеннотрансформированной территории обнаружена в августе (0.013 мг/дм³), максимальная — в ноябре (0.156 мг/дм³). Нитратный азот в воде исследованных рек регистриро-

вался в следовых количествах, его концентрации не превышали ПДК_{рыбхоз.} (ПДК (NO_3^-) _{рыбхоз.} = 40.0 мг/дм³) (рис. 3).

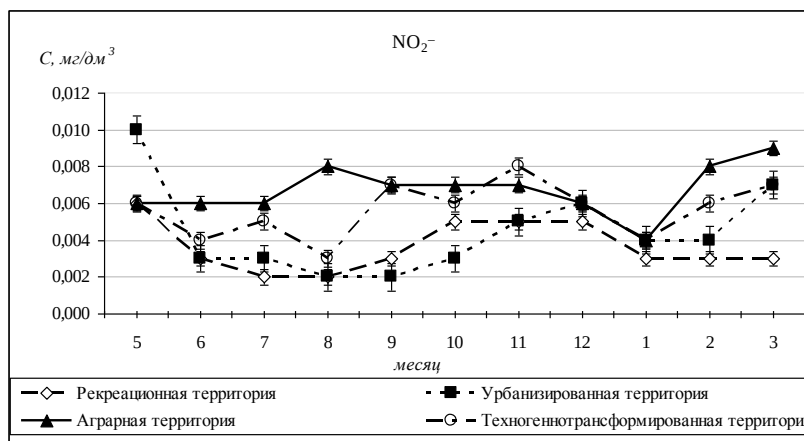


Рис. 2. Содержание NO_2^- в воде малых рек на протяжении мая-декабря 2012 г. и января-марта 2013 г. ($M \pm m$; $n = 5-6$).

Существенными факторами поддержания гомеостаза азота в экосистеме малой реки является содержание растворенного кислорода и pH воды, показатели которых изменяются в зависимости от уровня антропогенной нагрузки.

Минимальные концентрации растворенного кислорода в поверхностных водах рекреационной территории наблюдали в мае (2.97 мг/дм³ при 16.9°C), максимальные — в сентябре (4.61 мг/дм³ при 16.8°C). Содержание растворенного кислорода в реке урбанизированной территории было минимальным, как и на рекреационной территории, в мае и составляло 2.96 мг/дм³ при 21.2°C, максимальным — в октябре (4.79 мг/дм³ при 15.2°C).

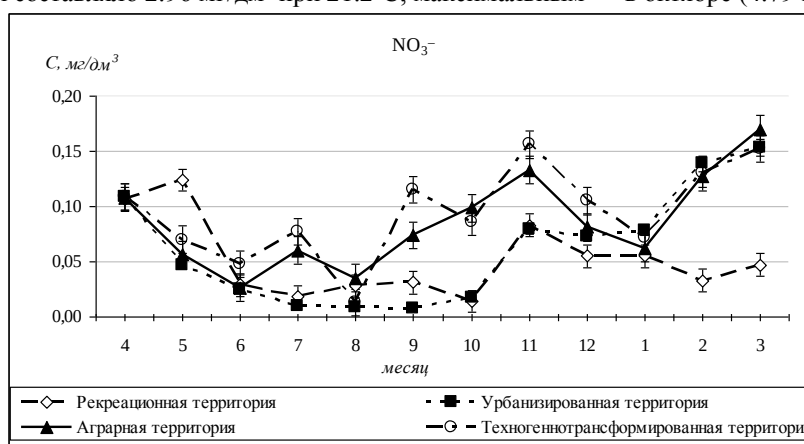


Рис. 3. Содержание NO_3^- в воде малых рек на протяжении апреля-декабря 2012 г. и января-марта 2013 г. ($M \pm m$; $n = 5-6$).

В поверхностных водах аграрной территории содержание O_2 варьировало от 3.15 мг/дм³ в мае при 20.0°C до 4.91 мг/дм³ в октябре при 15.0°C. Самые низкие концентрации O_2 в реке техногенно трансформированной территории были обнаружены в июне (3.26 мг/дм³ при 15.3°C), самые высокие — в августе (4.77 мг/дм³ при 16.0°C) (рис. 4).

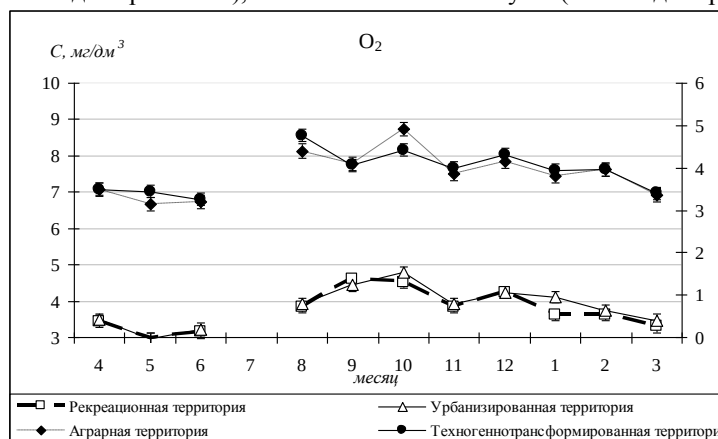


Рис. 4. Динамика среднесеasonного содержания растворенного кислорода в воде малых рек в течение апреля-декабря 2012 г. и января-марта 2013 г. ($M \pm m$; $n = 5-6$).

При анализе показателей pH в поверхностных водах рекреационной территории следует отметить скачкообразные изменения значений, которые колебались от 4.11 в августе до 9.26 в ноябре. pH воды в реке урбани-

зированной территории изменялся от 5.04 в июле до 9.36 в ноябре. В реке аграрной территории минимальные значения pH были зафиксированы в августе (4.21), максимальные — в ноябре (8.74). В воде техногеннотрансформированной территории наблюдалась такая же тенденция, как и на рекреационной территории, значение pH изменялось от 4.19 в августе 8.67 — в ноябре (рис. 5).

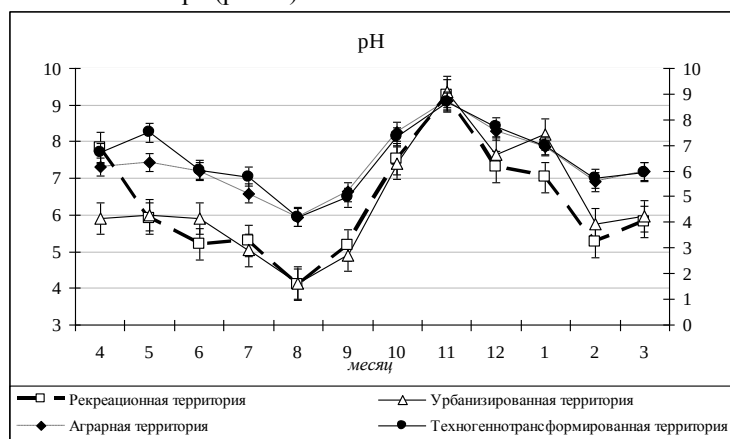


Рис. 5. Среднесуточные изменения значения pH воды малых рек в течение апреля–декабря 2012 г. и января–марта 2013 г. ($M \pm m$; $n = 5-6$).

Основными процессами, определяющими баланс химических веществ в речных водах, являются их поступление: со сточными водами промпредприятий, коммунального и сельского хозяйства; диффузным путем, как естественного, так и антропогенного характера; в результате внутриводных (физических, химических, биохимических и др.) процессов преобразования веществ.

Главным источником поступления соединений азота в поверхностные воды считают почвенный покров, атмосферные осадки, растения и т.д. В пресных водоемах нитраты и аммоний активно используются растениями. Их содержание в водоемах, очевидно, будет определяться соотношением между поступлением и потреблением растительными организмами, в частности фитопланктоном и высшей водной растительностью. В свою очередь, основными потребителями неорганических соединений азота в воде рек являются полностью погруженные (рдесты, роголистник, элодея канадская и др.) и свободноплавающие гидрофиты (ряски и др.) (Лукина, Смирнова, 1988.). Аэрогидрофиты (камыш, рогоз и др.) имея хорошо развитую корневую систему, поглощают соединения азота непосредственно из почвы, поэтому в их зарослях обычно фиксируется повышенное содержание аммонийного азота (Журавлева, 1989).

В водотоке рекреационной территории широко представлены *Potamogeton pectinatus* L., *Potamogeton perfoliatus* L. и *Typha angustifolia* L. Наиболее распространены среди видов реки урбанизированной территории сообщества *Ceratophyllum demersum* L., *Sagittaria saggitifolia* L. и *Typha angustifolia* L. На аграрной территории часто встречаются сообщества *Lemna minor* L., *Sagittaria saggitifolia* L. и *Typha angustifolia* L. На техногенно-трансформированной территории в местах хорошего водообмена развиваются достаточно большие куртины *Sagittaria saggitifolia* L., *Elodea canadensis* Mich. и *Typha angustifolia* L. Стоит отметить, что *Typha angustifolia* L. доминировал в ценозах прибрежно-водных растений на всех исследуемых территориях и определял общий аспект водотока.

Содержание соединений азота в водоеме наряду с климатическими и гидрологическими условиями в значительной степени определяет интенсивность фотосинтеза и скорость развития фитопланктона. Особенно большое значение имеет обеспеченность водорослей азотом, поскольку он активно включается в образование основных компонентов клетки.

В фитопланктоне водных объектов разнотипных территорий Ровенской области обнаружено 199 видов (205 внутривидовых таксонов — ВВТ) планктонных водорослей. Снижение содержания NH_4^+ , NO_3^- в реках исследованных территорий связано с процессами их поглощения фитопланктоном. Главное отличие между поглощением NO_3^- и NH_4^+ заключается в их чувствительности к pH среды: NH_4^+ лучше усваивается при нейтральном pH (≈ 7), в то же время оптимальными условиями для поглощения NO_3^- является кислая реакция ($\text{pH} \approx 5.5$) (Макрушина, 2006.). Практически везде ведущая роль в формировании видового богатства и количественных показателей планктонных водорослей принадлежала отделам *Chlorophyta*, *Bacillariophyta* и *Euglenophyta*. В целом, количество видов возросло от весны к концу лета.

Существует большое количество факторов, оказывающих влияние на интенсивность трансформационных процессов и формирование биологических ресурсов в водных экосистемах. Благодаря им в водоемах происходит постоянный обмен биогенными элементами, поддерживается природное равновесие. Однако каждая экосистема характеризуется своими природно-климатическими особенностями, а, следовательно, и факторами. Одними из основных факторов, наиболее выраженными в малых реках Ровенской области, являются: температура, кислород, водородный показатель (pH), видовое богатство, развитие высшей водной растительности и планктонных водорослей.

Таким образом, поддержание гомеостаза азота в экосистеме малой реки определяется как природными, так и антропогенными факторами, соотношение которых наиболее четко прослеживается по пространственно-временной динамике иона аммония.

Список литературы

- Алекин О.А. Общая гидрохимия: монография. Ленинград: Гидрометеиздат, 1948. 208 с.
Бочаров В.Л., Титова Л.Н., Строгонова Л.Н. Экологическая гидрохимия. Русско-английский словарь-справочник основных терминов и понятий. Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 2004. 220 с.
Вода питьевая. Методы анализа. Государственные стандарты СССР. Москва, 1984. 324 с.
Журавлева Л.А. Режим биогенных веществ // Днепровско-Бугская эстуарная экосистема. Киев, 1989. С. 58–66.
Лукина Л.Ф., Смирнова Н.Н. Физиология высших водных растений. Киев: Наук. думка, 1988. 188 с.
Максимова М.П. Воздействие техногенеза на гидросферу. Методика оценки антропогенного химического речного стока в моря // Вестник Московского государственного областного университета. Сер. «Естественные науки». Москва, 2012. № 2. С. 89–96.
Фізіологія рослин. / За редакцією професора М. М. Макрушина. Підручник. Вінниця: Нова Книга, 2006. 416 с.

УДК 661.718.1:504.453

ФАКТОРЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ГОМЕОСТАЗА ФОСФОРА В ЭКОСИСТЕМЕ МАЛОЙ РЕКИ

В. В. Грубинко, Е. И. Прокопчук

Тернопольский национальный педагогический университет им. В.Гнатюка, 46020 г. Тернополь, ул. М.Кривоноса, 2,
v.grubinko2@yahoo.com

Проведено исследование содержания соединений фосфора в воде малых рек с разным уровнем антропогенной нагрузки (преимущественно аграрная деятельность, урбозагрязнение, рекреационная территория) в Тернопольской области Украины за период с I квартала 2008 г. по IV квартал 2013 г. Установлены динамические равнопериодические изменения максимумов и минимумов содержания фосфатов (в 10–15 раз на протяжении 1.5–2 лет), которые скорее всего не связаны с интенсивностью поступления фосфорных соединений, а определяются буферной емкостью экосистемы реки по отношению к фосфатам и ее способностью к самоочищению.

Ключевые слова: малая река, фосфор фосфатов, антропогенная нагрузка.

A research of phosphorus in the water of small rivers with different levels of anthropogenic stress (mainly agricultural activities, urban pollution, recreation area) in the Ternopil region of Ukraine for the period from I quarter of 2008 till IV quarter of 2013 was held. Dynamic periodic changes of high and low phosphate content were set (10–15 times during the period 1.5–2 years), which are likely not connected with intensity of inflow of phosphorus compounds, and determined by buffer capacity of the river ecosystem in relation to phosphate and its ability to self-purification.

Keywords: small rivers, phosphate phosphorus, anthropogenic factors.

Химический состав воды гидроэкосистем — результат как скорости их поступления с водотоком и в составе поверхностного смыва, так и пространственно-временной динамики протекания геохимических и биохимических процессов в их компонентах. Важную роль в этом взаимодействии играют сезонные изменения гидроклиматических факторов и характера регулирования стока. Они способствуют формированию условий разбалансирования малого круговорота веществ и их накоплению с отдаленными последствиями, например, эвтрофированием водоемов, которое лимитирует, главным образом, содержание соединений фосфора [1]. С одной стороны фосфор является необходимым элементом, определяющим продуктивность водной экосистемы, с другой — избыточное количество фосфорных соединений в водоеме приводит к повышению уровня его трофности и к последующей его деградации [2].

Целью нашего исследования стало исследование сезонной динамики содержания фосфатов в воде малой реки на участках с различным уровнем и характером антропогенной нагрузки на водоем.

Материалы и методы исследований. Для выявления содержания фосфатов в воде реки (р. Серет, Тернопольская обл., Украина) были проанализированы мониторинговые данные в таких точках отбора: «аграрная территория» — характеризуется активным земледелием и животноводством; «урбанизированная территория» — часть реки, протекающая в пределах городской черты г. Тернополь; «рекреационная территория» — территория заповедника. Размещение указанных территорий соответствует порядку упоминания по течению реки с севера на юг на расстоянии примерно 60–80 км одна от другой.

Выделение вышеназванных территорий было осуществлено согласно эколого-географическому районированию Тернопольской области [6], разработанного на основании влияния хозяйственной деятельности человека на окружающую среду.

Определение содержания фосфатов осуществляли согласно методики [3], основанной на взаимодействии ортофосфата с молибдатом аммония в кислой среде в присутствии сурьмяновиннокислого калия с образованием фосфорномолибденовой гетерополиокислоты, которая при восстановлении образует «молибденовую синь». В качестве восстановителя использовали аскорбиновую кислоту.

Результаты исследований. Река Серет является левосторонним притоком Днестра в северо-западной части Вольно-Подольской возвышенности. Ее длина составляет 248 км, площадь водосборного бассейна — 3900 км². Ширина реки 10–20 м, глубина — 1.5–2.5 м, скорость течения (0.6 м/с), дно илистое, вязкое. Питание реки смешанное, но осуществляется в основном за счет талых и дождевых вод, поэтому четко выделяются периоды весеннего половодья и низкой летне-осенней межени с выраженными дождевыми паводками. Весеннее

половодье начинается в первой половине марта с максимумом во второй декаде марта, а заканчивается в первой половине апреля. Межень начинается в апреле и длится до ноября. Река зарегулирована множественными озерами и водохранилищами.

Внутригодовые изменения содержания фосфора в водных экосистемах определяются режимом его поступления в водоем и внутриводоемными условиями его трансформирования. Для изучения закономерностей сезонных изменений концентраций соединений фосфора необходимы частые режимные наблюдения в течение многолетнего периода, поскольку в отдельные годы колебания этого показателя могут существенно отличаться. Наиболее надежное представление о закономерностях внутригодовых колебаний фосфора дают типовые графики временных изменений концентраций фосфора, полученные осреднением результатов наблюдений за различные годы (рис.).

Максимальная концентрация фосфора выявлена в воде реки на участке «рекреационной территории». При этом прослеживаются циклические двухгодичные пики возрастания содержания фосфора (2009–2010 и 2011–2012 гг.) с внутренними календарными флуктуациями, и, соответственно, периодами значительного снижения исследованного показателя, как правило в осенне-зимний период в 2008, 2011 и 2013 гг. По сравнению с водой в реке на участке «рекреационной территории» на других участках содержание фосфора в реке практически в 10–15 раз ниже. Однако, и в этих случаях прослеживается тенденция существования пиков фосфатов и низких уровней их содержания в реке на участке «урбанизированной территории», аналогичные их динамике в воде «рекреационной территории». Флуктуационные изменения содержания фосфатов имеют место также в воде реки на «аграрной территории», однако пики максимумов несколько смещены во времени с осени к весне–лету, а минимумы — к зиме, что можно связать с разной подвижностью минерального фосфора из донных отложений и значительной продуктивностью фотосинтеза.

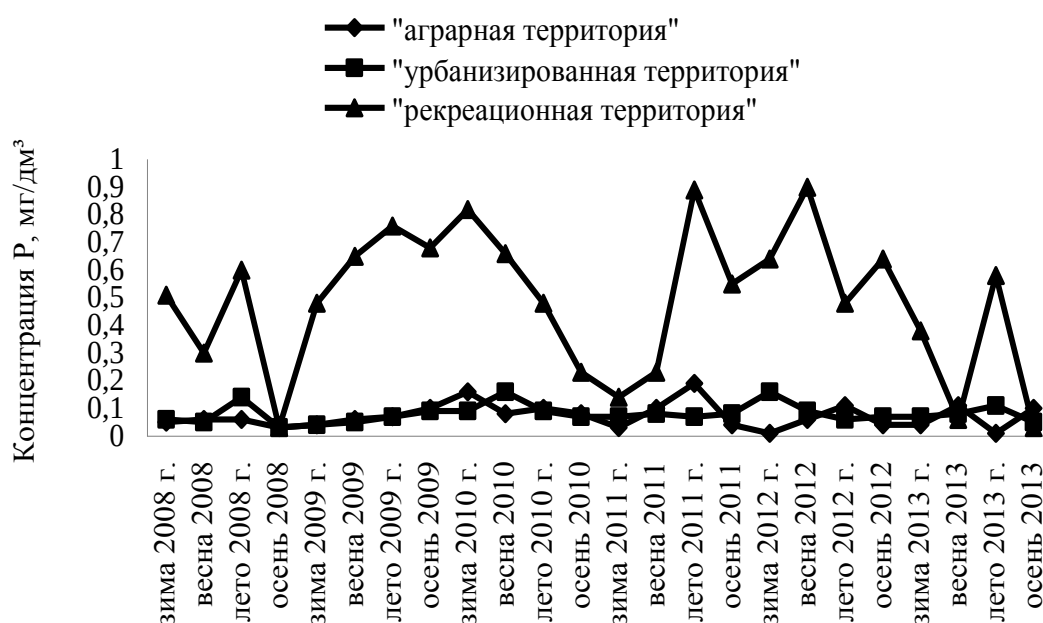


Рис. Концентрация фосфатов в р. Серет за период с 2008 по 2013 гг.

Установленные динамические изменения содержания фосфатов от низкого до высокого (в 10–15 раз), поскольку они примерно равнопериодичные (1,5–2 года), скорее всего не связаны с интенсивностью поступления фосфорных соединений, а определяются буферной емкостью экосистемы реки по отношению к фосфатам и ее способностью к самоочищению.

Осенне-зимние повышения содержания фосфора обычно объясняют регенерацией фосфатов вследствие отмирания фитопланктона, развивающегося летом, с снижением температуры осенью. Однако, практически всегда для исследуемых участков реки, особенно на «рекреационной территории», высокие показатели уровня фосфатов были зафиксированы и летом. Эти явления обусловлены регенерацией фосфатов при отмирании значительного количества фитопланктона из-за низкого содержания кислорода и значительной евтрофикации. Помимо вышенаведенных факторов большую роль сыграл поверхностный приток воды в водоем с смывом загрязненных фосфатами территорий.

На протяжении пяти лет анализа исследуемых участков реки не выявлено превышение нормы уровня фосфатов для «урбанизированной» и «аграрной» территорий, а для «рекреационной» характерно превышение уровня фосфатов, что может быть обусловлено следующими причинами: колебание уровня фосфатов на этом участке реки в отдельные сезоны обусловлено географическим расположением данного участка в наинижней по течению реки точке, которая «собирает» и аккумулирует сбросы и смывы поверхностных вод, а также органические вещества отмерших растений из аграрных и урбанизированных территорий, находящихся выше по течению, о чем свидетельствует количество сухого остатка биогенных веществ. В зоне интенсивного землепользования, например, время от времени также вносятся органические удобрения. Экологическую опасность для да-

ного водоема являют собой городские и поселковые мусорные свалки, которые находятся непосредственно выше рекреационной зоны реки.

Колебание уровня фосфатов в реке на участке «урбанизированной территории» обусловлено сезонной деятельностью промышленных предприятий и попаданием загрязняющих веществ в речку с хозяйственно-бытовыми и ливневыми стоками.

Изменения уровня колебания фосфатов объясняются также биохимической активностью донных отложений, потреблением их запасов предыдущих лет, колебаниями температуры, растворенного кислорода, сухим остатком, рН воды, ХПК, БПК₅ и т.д.

Согласно расчетам регионального индекса качества воды, верхнюю часть р. Серет («аграрная территория») относят к региону незначительного антропогенного загрязнения. Он характеризуется региональными индексами качества воды от 0.201 до 0.400, что свидетельствует о неперевышении в водоемах нормативов ПДК в 2–4 раза. Среднее («урбанизированная территория») и нижнее («рекреационная территория») течение речки относится к региону умеренного антропогенного загрязнения. Он характеризуется региональными индексами качества воды от 0.401 до 0.600, что свидетельствует о неперевышении в водоемах нормативов ПДК в 4–6 раз [5].

В соответствии с «Методикой экологической оценки качества поверхностных вод по соответствующим категориям» [4], установлено 7 категорий и 5 классов качества воды. Фосфор фосфатов согласно методике характеризуется по трофо-сапробиологическому критерию. Вода «аграрной» и «урбанизированной» территорий с концентрацией фосфора фосфатного 0.07 мг/дм³ и 0.08 мг/дм³ соответственно, относятся ко 2 категории качества, соответствующей уровню трофности — «мезотрофные» и категории качества воды по ее состоянию — «относительно чистые». Вода «рекреационной» территории с концентрацией фосфора фосфатного 0.48 мг/дм³, относится к 5 категории качества, соответствующей уровню трофности — «эвтрофные» и категории качества воды по ее состоянию — «относительно грязные».

Выводы. Сравнивая качество воды на наличие фосфатов в разных по нагрузке участках р. Серет, можно утверждать, что река на протяжении пяти лет постоянного поступления загрязняющих веществ, не потеряла способности к самоочищению.

Уровень фосфатов в малых реках Тернопольской области постоянно увеличивается, хотя не превышает предельно допустимых концентраций. Вместе с тем, полная биологическая очистка воды от фосфатов не происходит, поэтому с периодичностью 1.5–2 года они аккумулируются и смываются в нижний бьеф речки, загрязняя ее рекреационную часть. Поскольку последняя находится непосредственно у устья реки перед впадением в р. Днестр, то, с одной стороны, здесь пока происходит природная очистка воды, но в случае превышения барьерных возможностей реки, есть опасность дополнительного загрязнения днестровской водной экосистемы.

Список литературы

1. Булдовская О.Р. Трансформация соединений фосфора в пресноводных экосистемах: автореф. дисс. ... канд. геогр. наук : 11.00.07. М., 1998. 24 с.
2. Кресин В.С., Полихронюк Ш.Г. Предложение по установлению единого значения предельно допустимой концентрации (ПДК) для фосфатов в водоемах рыбохозяйственного назначения // *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. 2008. № 3. С. 53–55.
3. Методика виконання вимірювань «Поверхневі та очищені стічні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації розчинених ортофосфатів фотометричним методом». МВВ081/12-0005-01 від 16.11.2001р. 17 с.
4. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В.Д. Романенко, В.М. Жулинський, О.П. Оксіюк та ін. К.: СИМВОЛ-Т, 1998. 28 с.
5. Природні умови та ресурси Тернопільщини. Тернопіль: ТзОВ «Терно-граф», 2011. 512 с.
6. Янковська Л. Еколого-географічне районування Тернопільської області // *Наукові записки ТНПУ ім. В.Гнатюка. Серія «Географія»*. № 2. 2003. С. 31–36.

УДК 574.589(571.13)

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЭВТРОФИРОВАНИЯ РЕКИ ОМЬ (БАСЕЙН СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ ИРТЫША)

Я. И. Гульченко, О. П. Баженова, Н. Н. Барсукова

ФГБОУ ВПО «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина»
644008, г. Омск, Институтская площадь, 2, gulchenkoyi@gmail.com, olga52@bk.ru

На основании многолетних данных развития фитопланктона р. Омь (бассейн среднего течения Иртыша) проведен статистический анализ количественных характеристик. Установлена средняя степень эвтрофирования реки в период 1998–2003 гг. и низкая степень — в 2007–2009 гг. По отклику на антропогенное воздействие в 1998–2003 гг. река находилась в состоянии антропогенного напряжения с элементами антропогенного эвтрофирования, а в 2007–2009 гг. — в состоянии экологического регресса с элементами антропогенного эвтрофирования.

Ключевые слова: фитопланктон, эвтрофирование, количественные показатели, статистический анализ, река Омь.

Statistical analysis of quantitative indexes, based on long-term data of phytoplankton communities' development for Om River (basin of the Irtysh River's middle reaches), is carried out. Eutrophication degree is determined as a medium one for 1998–2003 years and as low — for 2007–2009 years. According to anthropogenic impact response, the river was in anthropogenic stress condition with elements of anthropogenic eutrophication for 1998–2003 years and in ecological regress one with elements of anthropogenic eutrophication for 2007–2009 years.

Keywords: phytoplankton, eutrophication, quantitative indexes, statistical analysis, Om River.

В настоящее время большую озабоченность вызывают процессы эвтрофирования пресных вод, получающие распространение по всему миру. На территории Омской области особое внимание уделяется состоянию р. Иртыш, являющейся главной водной артерией региона. Омь — важнейший правобережный приток Иртыша, впадающий в него на территории города Омска. В связи с сильным антропогенным воздействием на Омь и её слабой способностью к самоочищению (Баженова, 2006; Барсукова, Баженова, 2012) особенно важно наличие количественной оценки степени эвтрофирования реки, что позволило бы рационально регулировать водопользование и определить основные природоохранные меры.

Целью данной работы являлось получение количественных оценок степени эвтрофирования реки Омь в районе г. Омска по статистическим характеристикам, полученным в результате обработки показателей развития фитопланктона за два периода: 1998–2003 и 2007–2009 гг. Ставились задачи обработки первичных данных, их группировки, расчёта основных статистических показателей и сравнения результатов.

В основу расчётов положены материалы обработки 108 количественных проб фитопланктона, отобранных в 1998–2003 гг., и 148 проб за 2007–2009 гг. Пробы отбирали в устье Оми на середине реки в период открытой воды с частотой 1–3 раза в месяц. При обработке проб использовали общепринятые в гидробиологии методы (Фёдоров, 1979). Вычисления выполнены в приложении Microsoft Office Excel.

Использование показателей, учитывающих главные факторы развития фитопланктонных сообществ, позволяет классифицировать водные объекты по уровню эвтрофирования (Никаноров, 2005). В нашей работе для количественной оценки степени эвтрофирования использованы следующие параметры фитопланктонных сообществ: общая численность, количество видов в пробе, относительная численность доминирующего вида и относительная численность цианобактерий в пробах фитопланктона, отобранных в весенний период. Пространственно-временная однородность собранных данных позволила отнести полученные данные к одной выборочной совокупности. С использованием методов математической статистики были получены следующие статистические показатели:

- мода модального интервала общей численности фитопланктона (M_0);
- относительная плотность распределения вариационного ряда (P);
- частота обнаружения высоких и низких значений общей численности ($a_{\text{выс}}$, $a_{\text{низ}}$);
- кратность превышения общей численности над средней по наиболее часто встречаемым значениям (β).

Для получения описанных характеристик составлялся равноинтервальный вариационный ряд. Количество интервалов K определялось по формуле (1) в соответствии с рекомендациями (Никаноров, 2005).

$$K = 5 * \lg N, \quad (1)$$

где N — объём выборочной совокупности.

Затем вычислялась величина классового интервала I как отношение размаха варьирования к количеству интервалов:

$$I = \frac{R}{K}, \quad (2)$$

где R — размах варьирования, K — количество интервалов.

Разбивая указанным образом вариационный ряд на K интервалов величины I и определяя частоты для каждого интервала, находили модальный интервал. Далее для модального интервала вычисляли моду M_0 по формуле (3):

$$M_0 = x_{\min} + I * \frac{f_2 - f_1}{2 * f_2 - f_1 + f_3}, \quad (3)$$

где f_2 — частота модального интервала, f_1 и f_3 — частоты предшествующего и следующего за модальным интервалов соответственно.

Затем вычисляли относительную плотность распределения вариационного ряда P по формуле (4):

$$P = \frac{f_{\text{отн}}}{I}, \quad (4)$$

где $f_{\text{отн}}$ — относительная частота модального интервала.

После этого были вычислены такие характеристики распределения общей численности фитопланктона как частота обнаружения высоких значений общей численности фитопланктона $a_{\text{выс}}$:

$$a_{\text{выс}} = \frac{n'_{\text{выс}}}{N}, \quad (5)$$

где $n'_{\text{выс}}$ — число значений вариант вариационного ряда, для которых значения общей численности фитопланктона превышают значение верхней границы модального интервала, и частота обнаружения низких значений общей численности фитопланктона $a_{\text{низ}}$:

$$a_{\text{низ}} = \frac{n'_{\text{низ}}}{N}, \quad (6)$$

где $n'_{\text{выс}}$ — число значений вариант вариационного ряда, для которых значения общей численности фитопланктона ниже значения нижней границы модального интервала. Также была вычислена кратность превышения общей численности над средней по наиболее часто встречаемым значениям (по моде) β как

$$\beta = \frac{x_{\max}}{M_0} \quad (7)$$

Далее вышеописанным способом составляли вариационные ряды общего числа видов фитопланктона в пробе, относительной численности доминирующего вида и относительной численности цианобактерий в весен-

них пробах. Выполняли разбиение рядов, определяли модальные интервалы и значения мод модальных интервалов.

При обработке значений общей численности фитопланктона за период 1998–2003 гг. по формуле (2) была получена величина классового интервала $I = 10.40$ (млн клеток/л).

В данном случае модальным интервалом являлся интервал (0.10, 10.50).

Согласно формуле (3) значение моды модального интервала равно $M_0 = 4.94$ (млн кл./л).

По формуле (4) было получено значение относительной плотности распределения общей численности фитопланктона $P = 7.8\%$.

Из формул (5) и (6) значения частот обнаружения высоких и низких значений общей численности фитопланктона равны соответственно $a_{\text{выс}} = 18.52\%$ и $a_{\text{низ}} = 0\%$.

По формуле (7) была вычислена кратность превышения общей численности над средней по моде $\beta = 21.08$ (ед.).

Модальным интервалом вариационного ряда общего числа видов фитопланктона при разбиении также на 10 интервалов являлся интервал (10.8, 14.6), значение моды модального интервала $M_{\text{вр}} = 11.77$ (ед.).

При разбиении вариационного ряда относительной численности доминирующего вида модальным интервалом являлся интервал (49.91, 58.57), модой модального интервала значение $M_{\text{дв}} = 51.69\%$.

Вариационный ряд относительной численности цианобактерий разбивали на 6 равных интервалов по формуле Стерджесса, модальным интервалом являлся интервал (0.00, 15.76), значение моды модального интервала — $M_{\text{ц}} = 7.27\%$.

Поскольку существует несколько подходов к определению количества интервалов (Лакин, 1990; Елисеева, 2004), являющегося оптимальным при разбиении равноинтервального вариационного ряда, то значения всех показателей фитопланктонных сообществ, вычисленных выше, были также рассчитаны для каждого значения из диапазона рекомендуемых (табл. 1).

Таблица 1. Значения количественных показателей развития фитопланктона р. Омь в зависимости от разбиения ряда, 1998–2003 гг.

К, ед.	M_0 , млн кл./л	P, %	$a_{\text{выс}}$, %	$a_{\text{низ}}$, %	β , ед.	$M_{\text{вр}}$, ед.	$M_{\text{дв}}$, %
8	6.18	6.34	17.59	0	16.83	13.40	29.95
9	5.48	7.05	18.52	0	19.01	12.03	55.01
10	4.94	7.83	18.52	0	21.08	11.77	51.69
11	4.54	8.62	18.52	0	22.91	14.36	31.50
12	4.17	9.29	19.44	0	24.96	13.54	36.25

При обработке значений общей численности фитопланктона за период 2007–2009 гг. при разбиении на $K = 11$ интервалов были получены следующие значения показателей развития фитопланктонных сообществ:

- величина классового интервала вариационного ряда $I = 2.52$ (млн кл./л);
- модальный интервал общей численности фитопланктона (0.08, 2.60);
- мода модального интервала общей численности $M_0 = 1.19$ (млн кл./л);
- относительная плотность распределения общей численности $P = 25.97\%$;
- частота обнаружения высоких значений общей численности $a_{\text{выс}} = 34.46\%$;
- частота обнаружения низких значений общей численности фитопланктона $a_{\text{низ}} = 0\%$;
- кратность превышения общей численности над средней по моде $\beta = 23.34$ (ед.).

По данным общего числа видов в пробе, относительной численности доминирующего вида и относительной численности цианобактерий в весенних пробах фитопланктона получены следующие значения:

- модальный интервал общего числа видов (20.82, 25.27);
- мода модального интервала общего числа видов $M_{\text{вр}} = 21.34$ (ед.);
- модальный интервал относительной численности доминирующего вида (14.38, 20.95);
- мода модального интервала относительной численности доминирующего вида $M_{\text{дв}} = 16.01\%$;
- модальный интервал относительной численности цианобактерий весной при разбиении на 7 интервалов (0.00, 11.69);
- мода модального интервала относительной численности цианобактерий весной $M_{\text{ц}} = 4.58\%$.

Значения данных показателей в некоторой степени зависят от количества интервалов вариационного ряда, на которое производилось разбиение (табл. 2).

Таблица 2. Значения количественных показателей развития фитопланктона р. Омь в зависимости от разбиения ряда, 2007–2009 гг.

К, ед.	M_0 , млн кл./л	P, %	$a_{\text{выс}}$, %	$a_{\text{низ}}$, %	β , ед.	$M_{\text{вр}}$, ед.	$M_{\text{дв}}$, %
8	1.65	21.03	27.03	0	16.89	22.21	19.12
9	1.47	23.22	28.38	0	18.92	25.69	17.95
10	1.31	24.34	32.43	0	21.19	23.28	16.98
11	1.19	25.97	34.46	0	23.34	21.34	16.01
12	1.11	27.75	35.81	0	25.04	23.78	20.74

На основе значений величин M_0 и P проведена предварительная классификация водного объекта по его отклику на антропогенное воздействие. Так, в первом периоде нахождения значения $M_0 = 4.94$ в диапазоне от 2.0 до 5.0 млн. кл./л указывает на нахождение водного объекта в состоянии антропогенного напряжения, значение $P = 7.83\%$ (меньшее 30%), — на наличие процессов антропогенного эвтрофирования. В то же время, значения этих показателей во втором периоде $M_0 = 1.19$ в диапазоне от 0.5 до 1.5 млн кл./л и $P = 25.97\%$ (меньшее 30%), указывают на экологический регресс водного объекта и наличие процессов антропогенного эвтрофирования. За анализируемые периоды прослеживается положительная динамика изменения состояния р. Омь по значениям обеих характеристик. Несмотря на то, что значение относительной плотности распределения вариационного ряда P в обоих случаях находится в диапазоне от 0 до 30%, за период 2007–2009 гг. её значение выше в три раза, что указывает на ослабление эффекта антропогенного воздействия.

В свою очередь, такие статистические характеристики, как M_0 , $a_{выс}$, $a_{низ}$, β , $M_{вр}$, $M_{дв}$ и $M_{ц}$ позволяют проводить оценку состояния водного объекта по степени эвтрофирования. В период 1998–2003 гг. значения $a_{выс} = 18.52\%$ и $a_{низ} = 0\%$ указывают на низкий или средний уровень эвтрофирования, $\beta = 21.08$ — на низкий или высокий, $M_{вр} = 11.77$ и $M_{дв} = 51.69\%$ — на средний или высокий, $M_{ц} = 7.27\%$ — на низкий уровень эвтрофирования. Значение $M_0 = 4.94$ млн кл./л непоказательно, т.к. может наблюдаться при любой степени эвтрофирования. Таким образом, в период 1998–2003 гг. для Оми характерна средняя степень эвтрофирования.

В период 2007–2009 гг. значения $M_0 = 4.94$ млн кл./л и $M_{вр} = 21.34$ являются признаками высокой степени эвтрофирования, $a_{низ} = 0\%$ — низкого или среднего, $\beta = 23.34$ — низкого или высокого, $M_{ц} = 4.58\%$ — низкого уровня эвтрофирования. Значения $M_{дв} = 16.01$ и $a_{выс} = 34.46$ не являются показательными, поскольку первое — нетипично мало, второе — может наблюдаться при любой степени эвтрофирования. В целом уровень эвтрофирования оценивается как низкий.

Заметим, что значения вычисляемых характеристик в некоторой степени зависят от количества интервалов в разбиении вариационного ряда. Как можно видеть по таблицам 1 и 2, значения близки друг к другу и изменение количества интервалов разбиения не влечёт качественного изменения значений характеристик. Вычисление группы значений параметра позволяет сделать более корректный вывод о принадлежности к какому-либо диапазону значений в случае, когда одиночное значение характеристики близко к границе двух диапазонов.

Также в ходе работы установлены значительные изменения показателей развития фитопланктона реки Омь в 2007–2009 гг. по сравнению с предыдущим периодом 1998–2003 гг. (рис. 1).

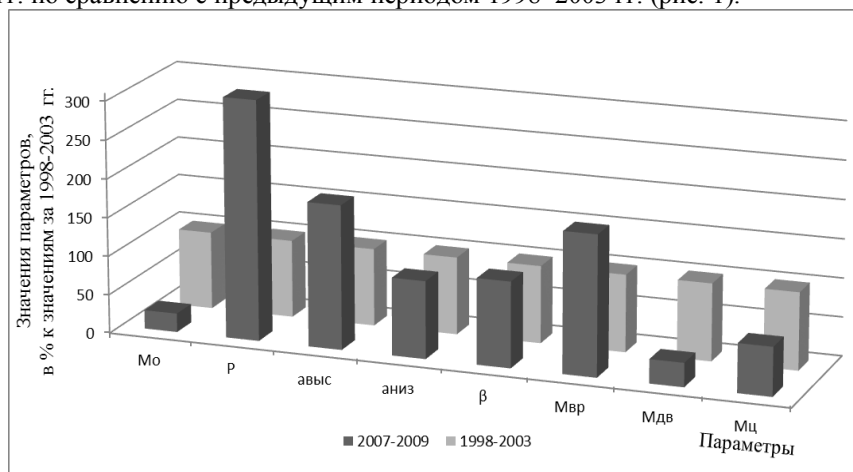


Рис. 1. Динамика значений показателей развития фитопланктона р. Омь, 1998–2009 гг.

Таким образом, на основании значений статистических характеристик показателей развития фитопланктона можно сделать вывод о средней степени эвтрофирования реки в период 1998–2003 гг. и низкой степени — в 2007–2009 гг. В то же время, при классификации по отклику на антропогенное воздействие на основании количественных признаков развития фитопланктона в 1998–2003 гг. р. Омь находилась в состоянии антропогенного напряжения с элементами антропогенного эвтрофирования, а в 2007–2009 гг. — в состоянии экологического регресса с элементами антропогенного эвтрофирования.

Для более точного определения динамики и прогноза состояния экосистемы Оми целесообразно продолжить работу по отбору проб и вычислению статистических показателей развития фитопланктона.

Список литературы

- Баженова О.П. Оценка многолетних изменений экосистем верхнего и среднего Иртыша по показателям развития фитопланктона // Сиб. эколог. журнал. 2006. № 6. С. 785–790.
- Барсукова Н., Баженова О.П. Фитопланктон и экологическое состояние притоков среднего Иртыша. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co.KG, 2012. 151 с.
- Елисеева И.И., Юзбашев М.М. Общая теория статистики. М. : Изд-во «Финансы и статистика», 2004. 656 с.
- Лакин Г.Ф. Биометрия. М. : Высшая школа, 1990. 352 с.
- Никаноров А.М. Научные основы мониторинга качества вод. СПб.: Гидрометеиздат, 2005. 575 с.
- Фёдоров В.Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. М. : Изд-во МГУ, 1979. 168 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МИГРАЦИИ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В Р. РЕКА ЗАКАРПАТСКОЙ ОБЛАСТИ

Г. Б. Гуменюк

Тернопольский национальный педагогический университет им. Владимира Гнатюка,
46027 ул. М. Кривоноса, 2, г. Тернополь, Украина, shumlyany@list.ru

В связи с ухудшением экологической ситуации в Украине большое значение приобретают исследования взаимосвязи между накоплением, перераспределением и экологическим воздействием тяжёлых металлов (ТМ) на экосистемы. В нашем исследовании определены основные закономерности прогнозирования концентрации меди в воде р. Река Закарпатской области.

Ключевые слова: математическое моделирование, полином, прогноз, коэффициенты константы, программа Matlab R2012a, тяжёлые металлы, медь, вода.

MODELING MIGRATION OF HEAVY METALS IN THE RIVER REKA TRANSARPATION REGION

Н. В. Ныменюк

Ukraine, 46027 Ternopil, Ternopil State Volodymyr Hnatyuk Pedagogical University,
Chemical and Biological Department, 2, M. Kryvonis str.

The prognosis of concentration of copper in water on a next year was done. After the done calculations see that fact data from the annual prognosis of copper in water differ approximately 0.001. From it swims out, that concentration of copper in water on a next year will not differ practically, in fact we did not take into account other factors because the river River is the mountain river and it does not have the considerable anthropogenic loading.

Источниками загрязнения вод тяжёлыми металлами служат сточные воды гальванических цехов, предприятий горнодобывающей, чёрной и цветной металлургии, машиностроительных заводов. Тяжёлые металлы входят в состав удобрений, пестицидов и могут попадать в водоёмы вместе со стоками с сельскохозяйственных угодий. Ионы металлов являются важными компонентами природных водоёмов.

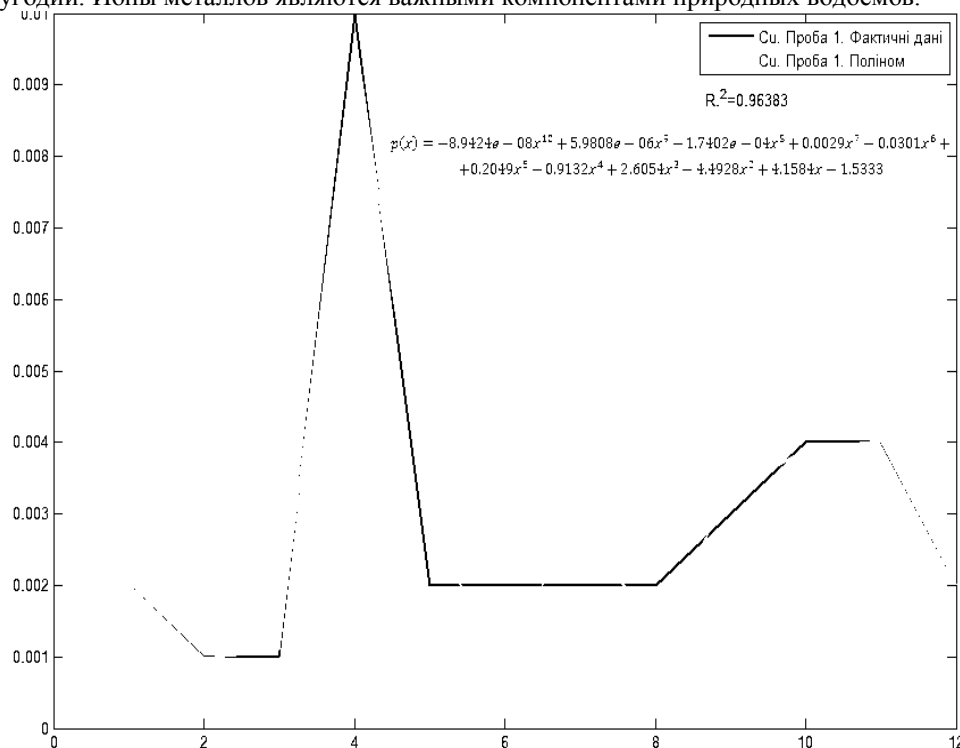


Рис. 1. Годовой прогноз концентрации меди в воде с помощью полинома 10 степени.

Эти комплексы являются одной из важнейших форм миграции элементов в природных водах. Большинство органических комплексов образуются по хелатным циклам и устойчивы.

Важной проблемой является математическое моделирование прогнозов концентрации тяжёлых металлов. На сегодня существует вопрос сложности отбора и обработки проб. Решению именно этих задач посвящено данное исследование, направленное на изучение прогнозирования меди в воде р. Река Закарпатской области.

Прогнозирование — это научно обоснованное предвидение перспектив развития той или иной системы, а также собственно сам процесс его получения. Результатом является прогноз — это совокупность научно предусмотренных данных относительно значений параметров системы в определенные будущие моменты времени (Лаврик, 2002)

Чтобы получить прогнозируемые показатели концентрации меди в воде на следующий год мы обратились к математическому методу прогнозирования — использование полинома 10 степени:

В зависимости от условий среды (pH, окислительно-восстановительного потенциала, наличия лигандов) они существуют в разных степенях окисления и входят в состав разнообразных неорганических и металлоорганических соединений, которые могут быть растворенными, коллоидно-дисперсными или входить в состав минеральных и органических взвесей (Мур, Рамамурти, 1987).

Многие металлы (медь, свинец, кобальт, никель, марганец, железо) образуют довольно прочные комплексы с органическими веществами.

$$p(x) = c_{10}x^{10} + c_9x^9 + c_8x^8 + c_7x^7 + c_6x^6 + c_5x^5 + c_4x^4 + c_3x^3 + c_2x^2 + c_1x + c_0,$$

где $p(x)$ — прогноз концентрации меди в воде на следующие 12 месяцев, x — номер месяца, а $c_{10}, c_9, c_8, c_7, c_6, c_5, c_4, c_3, c_2, c_1, c_0$ — коэффициенты (константы) (Богобоящий и др., 2004).

Таблица 1. Фактические данные и годовой прогноз показателей концентрации меди в воде

Месяц	Фактические данные, мг/л	Прогноз, мг/л
Декабрь	0.002	0.003
Январь	0.001	0.002
Февраль	0.001	0.0013
Март	0.01	0.015
Апрель	0.002	0.003
Май	0.002	0.001
Июнь	0.002	0.001
Июль	0.002	0.003
Август	0.003	0.002
Сентябрь	0.004	0.003
Октябрь	0.004	0.005
Ноябрь	0.002	0.0015

дим, что фактические данные от годового прогноза меди в воде отличаются примерно 0.001. Из этого следует, что концентрация меди в воде на следующий год отличаться практически не будет, ведь мы не учитывали других факторов из-за того, что р. Река — горная река и она не имеет значительной антропогенной нагрузки.

Список литературы

- Богобоящий В.В., Курбаков К.Р., Палий П.Б. Принципы моделирования и прогнозирования в экологии. Киев: Центр научной литературы, 2004. 216 с.
 Лаврик В.И. Методы математического моделирования в экологии. К.: Изд. дом «КМ Академия», 2002. 203 с.
 Мур Дж. В., Рамамурти С. Тяжёлые металлы в природных водах. Контроль и оценка влияния. М.: Мир, 1987. С.117–133.

УДК 591.524.11:574.523

ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ДОННЫХ СООБЩЕСТВ МАЛЫХ РЕК И ПОЙМЕННОГО ОЗЕРА БАСЕЙНА Р. ТЫМЬ (О-В САХАЛИН)

Д. С. Даирова, Л. А. Живоглядова

Сахалинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (СахНИРО),
 6930023, Южно-Сахалинск, Россия, dairova3110@mail.ru

Впервые проведено изучение структурно-функциональных характеристик зообентоса водотоков и водоемов бассейна р. Тымь, определяющих особенности трофической структуры; выявлена роль приоритетных трофических групп в донных сообществах исследуемых участков реки.

Ключевые слова: р. Тымь, о-в Сахалин, трофическая структура, зообентос, донные сообщества.

For the first time the study of structural-functional characteristics of zoobenthos of rivers and reservoirs of the basin of the river Tym' determining features of the trophic structure; identified priority role of the trophic groups in the bottom communities of the investigated areas of the river.

Keywords: the Tym' river, Sakhalin island, trophic structure, zoobenthos, seabed communities.

Введение. Трофическая структура сообщества является важным показателем оценки состояния любого водотока: распределение в бентосе реки макробеспозвоночных по типу питания характеризует процессы продуцирования, является показателем состояния водных экосистем и качества воды. Кроме того, организмы макрозообентоса, являясь промежуточным звеном между популяциями продуцентов (в первую очередь водорослями обрастаний в водотоках и фитобентосом) и консументами второго порядка (рыбами-бентофагами) оказывают воздействие на структуру и функциональные характеристики сообществ продуцентов, одновременно изменяя свои характеристики под воздействием пресса рыб. В этой связи, чтобы успешно управлять продуктивностью всего донного сообщества, необходимо учитывать факторы, влияющие на его структуру (Яковлев, 2000; Головатюк, Зинченко, 2004).

Река Тымь — наиболее значительная водная артерия острова Сахалин. Река берет начало на южном склоне горы Лопатина (1609 м) Набильского хребта в системе Восточно-Сахалинских гор, в среднем течении протекает по заболоченной Тымь-Поронайской низменности, впадает в Ныйский залив Охотского моря (Ресурсы поверхностных вод ..., 1973).

Цель работы — на основе анализа структурно-функциональных характеристик донных сообществ изучить особенности трофической структуры макрозообентоса р. Тымь и проанализировать характер ее изменений по продольному профилю реки в летний период.

Материал и методы. Отбор проб макрозообентоса осуществлялся в водотоках и водоемах бассейна р. Тымь на небольшой глубине бентометром Леванидова (0.12 м²), глубже пробы отбирались малым дночерпателем Ван-Вина (0.025 м²). Отобранные пробы фиксировались 4% формалином. Исследования проводились в

эпиритрали р. Тымь (BR1), мезоритрали (BR2), метаритрали (BR3), нижней метаритрали (BR5), а также в типичных для метаритрали небольших глинистых протоках (BR4) и в пойменном озере (BL1). В эпиритрали отбор проб производился на руч. Угловом; в мезоритрали — в основном русле р. Тымь в верхнем течении; в метаритрали — выше с. Зональное и в нескольких км ниже с. Иркир; в глинистых протоках пробы отбирались ниже детского дома у с. Кировское.

Трофическая характеристика водных беспозвоночных была принята по работам А.С. Константинова (1959), Э.И. Извековой (1975), К. Камминза (1973, 1984). Данные о составе потребляемой пищи и способе питания видов макрозообентоса, обитающих в р. Тымь, получены из различных литературных источников (Константинов, 1958; Панкратова, 1970; Бек, 1972; Цветкова, 1975; Извекова, 1983; Бентос Учинского ..., 1980; Леванидов, 1981; Зинченко и др., 1983; Макаренко, 1985; Балушкина, 1987; Яковлев, 2000; Алексеевнина, Халимова, 2003; Головатюк, Зинченко, 2004; Кочарина, 2005), что позволило нам провести классификацию бентосных животных, при этом нами учитывался тот факт, что некоторые виды донных беспозвоночных часто не отличаются строгой специализацией и одновременно могут принадлежать к разным трофическим группам (Мошков, 1998; Яковлев, 2000; Головатюк, 2005).

Результаты и обсуждение. В составе зообентоса водотоков и водоемов бассейна р. Тымь выделено 7 классов: насекомые (Insecta — 207 таксонов), двусторчатые моллюски (Bivalvia — 2 таксона), брюхоногие моллюски (Gastropoda — 5), ракообразные (Crustacea — 2), скрыточелюстные (Entognatha — 1), олигохеты (Oligochaeta) и нематоды (Nematoda), систематическую принадлежность олигохет и нематод не устанавливали. Насекомые являются одной из наиболее богатых в видовом отношении и широко распространенной группой беспозвоночных на всех исследуемых участках ритрали р. Тымь. Нами было зарегистрировано 207 видов и групп насекомых, принадлежащих к 7 отрядам: Diptera (144), Trichoptera (23), Ephemeroptera (22), Plecoptera (10), Odonata (4), Coleoptera (3), Lepidoptera (1).

По способу потребления пищи выделено семь трофических групп донных животных, представленных на рисунке 1: фитодетритофаги-собиратели (ФС), сестонофаги+детритофаги-фильтраторы (СДФ), детритофаги-собиратели+фильтраторы (ДСФ), всеядные собиратели+хвататели (ВСХ), хищники-хвататели (ХХ), детритофаги-собиратели+грунтозаглатыватели (ДСГ), собирающие детритофаги (СД).

На станциях руч. Угловой наиболее значимой трофической группой являлись фитодетритофаги-собиратели (рис. 1), преимущественно поденки *Baetis* (*Baetis*) sp., *Cinygmula sapporensis*, *Ephemerella* (*Ephemerella*) *aurivilli*, доля которых в среднем составила 55.5% от общей численности донных организмов и 36.5% от их общей биомассы. К категории субдоминантов были отнесены хищники-хвататели, главным образом поденки *Ephemerella* (*Drunella*) *aculea*, веснянки р. *Megarcys* и *Suwallia*, ручейники *Rhyacophila* (*Paleorhyacophila*) *hokkaidensis*, личинки комаров-болотниц *Dicranota bimaculata*, составившие 20.5 и 34.9% от суммарной численности и биомассы зообентоса соответственно. На долю группы ВСХ, в состав которой вошли личинки ручейников *Brachycentrus* (*Oligoplectrodes*) *americanus* и хирономид *Polypedium* (*Uresipedium*) *pedatum*, приходилось 23.5% от общей биомассы зообентоса.

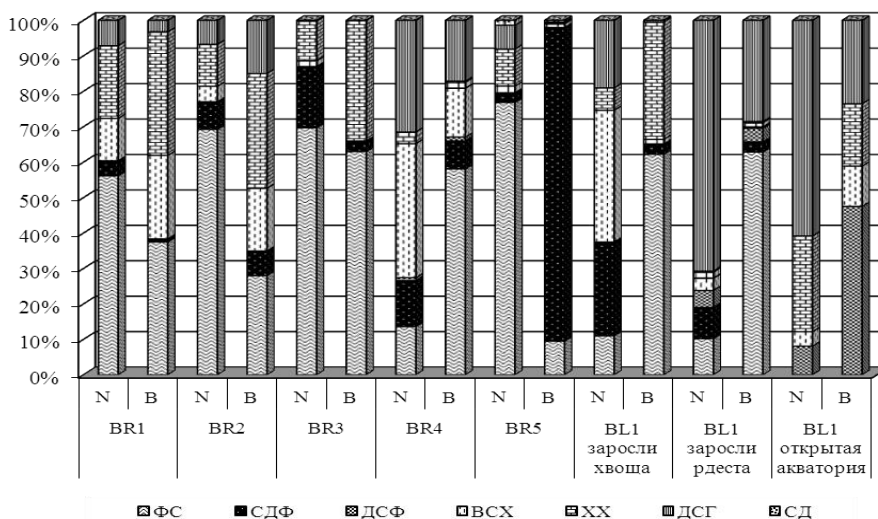


Рис. 1. Соотношение трофических групп (% от общей численности (N) и биомассы (B) макрозообентоса) в р. Тымь: фитодетритофаги-собиратели (ФС), сестонофаги+детритофаги-фильтраторы (СДФ), детритофаги-собиратели+фильтраторы (ДСФ), всеядные собиратели+хвататели (ВСХ), хищники-хвататели (ХХ), детритофаги-собиратели+грунтозаглатыватели (ДСГ), собирающие детритофаги (СД).

По способу потребления пищи на станциях мезоритрали р. Тымь нами было выделено шесть трофических групп донных организмов (рис. 1). Как и на предыдущем участке (руч. Угловой), в мезоритрали наиболее значимой трофической группой являлись фитодетритофаги-собиратели (преимущественно личинки поденок р. *Baetis*, *Ephemerella*, *Cinygmula*, и хирономид п/с Orthoclaadiinae, Diamesinae), доля которых достигала 68.6% от общей численности донных гидробионтов и 25.0% от их общей биомассы. Субдоминирующей группой в трофической структуре макрозообентоса являлась группа хищников-хватателей, представленная в основном ли-

чинками веснянок р. *Megarcys*, *Suwallia*, ручейников р. *Rhyacophila*, *Arctopsyche*, хирономид п/с Tanypodinae, и составившая 11.8 и 32.4% от суммарной численности и биомассы всех бентонтов.

Трофическая структура на станциях метаритрали р. Тымь включает пять функциональных групп донных организмов (рис. 1). Также как и на верхних участках реки, на исследуемом участке по численности и биомассе доминирует группа **ФС**, доля которой в среднем составила 69.4 и 62.9% соответственно. Основными представителями этой группы являлись веснянки *Pteronarcys sachalina*, поденки *Cinygmula sapporensis*, *Baetis* (*Baetis*) sp. и многочисленные личинки двукрылых насекомых. Субдоминирующей группой по численности в трофической структуре зообентоса являлась группа **СДФ** — личинки мошек р. *Simulium*, хирономид р. *Micropsectra*, *Rheotanytarsus*, составившие 17.2%. Из других трофических групп, играющих существенную роль в донных сообществах метаритрали, следует указать хищников, преимущественно личинок комаров-болотниц р. *Hexatoma*, сетеплетущих ручейников *Arctopsyche palpata*, поденок *Ephemerella* (*Drunella*) *aculea*, веснянок р. *Suwallia*, составляющих 33.9% от общей биомассы гидробионтов. Доля остальных групп в формировании трофической структуры зообентоса была менее значимой.

На станциях нижней метаритрали реки выделено шесть трофических группировок (рис. 1). В отличие от предыдущего участка, в нижней метаритрали фитодетритофаги-собиратели, несмотря на преобладание по численности среди других трофических групп (76.0%), имеют небольшую биомассу (9.5%), т.к. представлены мелкоразмерными видами, преимущественно личинками двукрылых насекомых, а основу биомассы бентоса (88.3%) создают сестонофаги+детритофаги-фильтраторы — крупные двустворчатые моллюски *Kurilinaia laevis*. Остальные трофические группы играли незначительную роль в формировании трофической структуры зообентоса нижней метаритрали р. Тымь.

В составе донной фауны глинистых протоков р. Тымь наиболее значимая роль принадлежит трем функциональным группам: **ФС**, **BCX**, **ДСГ**. Среди перечисленных групп наиболее характерно доминирование группы всеядных животных, представленных преимущественно двукрылыми — личинками хирономид р. *Polypedilum*, *Pseudodiamesa* gr. *nivosa*, слепней сем. Tabanidae, их доля в общей численности составила 37.8% (рис. 1). Из других трофических групп, играющих существенную роль в донных сообществах, следует указать детритофагов-собирателей+грунтозаглатывателей, на долю которых приходилось 31.5% от численности всех гидробионтов. В группу **ДСГ** вошли малощетинковые черви, поденки *Ephemerella* gr. *vulgata*, *Siphonurus* sp., личинки хирономид *Thienemanniella* gr. *clavicornis*. Третьей группой по значимости в трофической структуре являлась группа фитодетритофагов-собирателей, составившая 13.6% от общей численности трофических групп. Следует отметить, что биомасса группы **ФС** была наиболее высокая по сравнению с другими группами — 57.9%. Кроме того, данная группа являлась самой богатой в видовом отношении и насчитывала около 40 видов и форм донных организмов из 74. Из них решающее значение имели макроизмельчители, разрушающие целые опавшие листья, — *Gammarus lacustris*, личинки комаров-болотниц р. *Tipula*, перерабатывающие полуразложившиеся древесные остатки (не листья) и микроизмельчители — личинки ручейников р. *Limnephilus* (Леванидов, 1981). Таким образом, среди организмов зообентоса превалировали в основном потребители растительной органики. Преобладание выше перечисленных групп в трофической структуре зообентоса связано с тем, что они являются активными потребителями опавших листьев или аллохтонной органики. Именно они представляют собой важное звено в переносе энергии к высшим трофическим уровням. Эффект измельчителей в ускорении разложения растительных остатков посредством возвращения питательных веществ к их основной форме является, несомненно, ключевой ролью этих животных в водных экосистемах.

В трофической структуре макрозообентоса пойменного озера р. Тымь в зарослях хвоща (рис. 1) с небольшими включениями элеохариса и осоки на подушке из дерновины по численности значительную часть (37.1%) составляли всеядные виды (личинки хирономид р. *Polypedilum*, *Parachironomus arcuatus*, *Psectrocladius* (s. str.) *sordidellus*), потребляющие смешанную пищу, хотя и отдающие предпочтение растительной. Помимо группы **BCX**, в исследуемой акватории преобладали растительноядные животные-минеры (*Glyptotendipes* gr. *paripes*, *Endochironomus stackelbergi*), относящиеся к группе **СДФ** (26.0%), детритофаги-собиратели+грунтозаглатыватели, представленные олигохетами (19.0%), а также фитодетритофаги-собиратели (брюхоногие моллюски *Lymnaea kofonori*, *Boreoelona contortrix ussuriensis*, жуки-листоеды р. *Donacia*, личинки поденок *Caenis miliaria*, бабочек (чешуекрылых) *Acentria ephemerella*, хирономид *Phaenopsectra* sp., *Cricotopus* gr. *obnixus*, *Zavreliella marmorata*, *Tanytarsus* sp.) — 11.0%, что связано с обилием на растениях перифитонных водорослей, являющихся одним из основных компонентов пищи для многих видов данной трофической группы. По биомассе доминировали фитодетритофаги-собиратели (62.2%), субдоминантами выступали хищники-хвататели (личинки стрекоз сем. Cordulidae, *Epithea bimaculata*, хирономид *Macropelopia paranebulosa*, мокрецов сем. Ceratopogonidae и хаоборид *Chaoborus crystallinus*), составившие в целом 33.1%. В связи со сменой биотопа (дерновина → серый ил) в зарослях рдеста происходит смена позиций основных трофических группировок: наблюдается массовое развитие олигохет, являющихся детритофагами-собирателями+грунтозаглатывателями (70.7%), остальные группы были менее значимы. Также как и в зарослях хвоща, здесь основу биомассы формируют фитодетритофаги-собиратели (жуки-листоеды р. *Donacia*, личинки хирономид *Cricotopus* gr. *obnixus*, *Orthocladus* (*Orthocladus*) gr. *saxicola*) — 62.9%. В открытой акватории озера велика плотность грунтозаглатывателей — олигохет (**ДСГ**), на долю которых приходилось 60.8%, по биомассе преобладали преимущественно детритофаги-собиратели+фильтраторы — 47.5%, представленные крупными личинками *Chironomus* gr. *plumosus*.

Заключение. Сравнительный анализ трофической структуры макрозообентоса вдоль продольного профиля реки показал, что в эпиридали и мезаридали реки наиболее значимой трофической группой являлись фитодетритофаги-собиратели, в роли субдоминантов выступали хищники-хвататели. Также как и на верхних участках реки, в метаридали преобладали группы фитодетритофагов-собирателей и сестонофагов+детритофагов-фильтраторов. Ключевая роль в формировании трофической структуры бентоса в глинистых протоках принадлежала группе всеядных животных. Из других трофических групп, играющих существенную роль, следует указать детритофагов-собирателей+грунтозаглатывателей, третьей группой по значимости в трофической структуре глинистых протоков являлась группа фитодетритофагов-собирателей. В пойменном озере в зарослях хвоща лидировали всеядные собиратели+хвататели, сестонофаги+детритофаги-фильтраторы, фитодетритофаги-собиратели, в зарослях рдеста и в открытой акватории озера преобладали детритофаги-собиратели+грунтозаглатыватели, а также детритофаги-собиратели+фильтраторы.

Авторы благодарны сотрудникам лаборатории Гидробиологии ФГУП «СахНИРО»: зав. лабораторией Гидробиологии, к.б.н. В.С. Лабаю, м.н.с. Н.В. Куриловой, принимавших участие в сборе и камеральной обработке материала. Большое содействие при выполнении данных исследований, в частности в установлении видовой принадлежности некоторых видов сем. Chironomidae, было оказано со стороны сотрудников БПИ ДВО РАН г. Владивосток — зав. лабораторией Пресноводной гидробиологии, д.б.н., профессора Е.А. Макаренко и с.н.с., к.б.н. М.А. Макаренко.

Список литературы

- Алексеевнина М.С., Халимова Л.А. Пищевые рационы личинок хирономид в условиях р. Сылва (бассейн Камы) // Трофические связи в водных сообществах и экосистемах: Тез. докладов Междунар. конф. Борок, 2003. С. 4–5.
- Балушкина Е.В. Функциональное значение личинок хирономид в континентальных водоемах. Л.: Наука, 1987. 179 с.
- Бек Т.А. К питанию литоральных гаммарид (Amphipoda, Gammaridae) // Вестн. Моск. ун-та, биол., почвовед. 1972. № 1. С. 106–107.
- Бентос Уччинского водохранилища // Под ред. Г.Г. Винберга. М.: Наука, 1980. 251 с.
- Головатюк Л.В. Макрозообентос равнинных рек бассейна Нижней Волги как показатель их экологического состояния: Автореф. дис... канд. биол. наук. Тольятти, 2005. 20 с.
- Головатюк Л.В., Зинченко Т.Д. Формирование трофической структуры сообществ зообентоса при антропогенной трансформации рек бассейна Нижней Волги // Комплексные исследования биологических ресурсов южных морей и рек: Тез. докл. Междунар. научно-практ. конф. Астрахань, 2004. С. 56–57.
- Зинченко Т.Д. Пищевое поведение личинок *Cricotopus bicinctus* Meig. и *Orthocladus oblidens* Walk.- хирономид-обрастателей водопроводного канала // Поведение водных беспозвоночных: Мат. IV Всесоюз. симпоз. Борок, 1983. С. 130–135.
- Извекова Э.И., Набережный А.Н., Тодераш И.К. Питание и пищевые потребности личинок // Мотыль *Chironomus plumosus* L. (Diptera, Chironomidae): Систематика, экология, продукция. М.: Наука, 1983. С. 148–155.
- Константинов А.С. Биология хирономид и их разведение: Тр. Саратов. отд. Касп. фил. Всес. науч. исслед. ин-та рыбн. хозяйства и океанографии. 1958. Т. 5. 360 с.
- Константинов А.С. Питание личинок хирономид и некоторые пути повышения кормности водоемов // Тр. VI совещания по проблемам биологии внутренних вод. М.-Л., 1959. С. 260–269.
- Кочарина С.Л. Трофическая структура беспозвоночных некоторых водотоков бассейна реки Правая Соколовка (Верхнеусурийский стационар, Приморский край) // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Вып. 3. Владивосток: Дальнаука, 2005. С. 49–61.
- Леванидов В.Я. Экосистемы лососевых рек Дальнего Востока // Беспозвоночные животные в экосистемах лососевых рек Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1981. С. 3–21.
- Макаренко Е.А. Хирономиды Дальнего Востока СССР. Подсемейства Podonominae, Diamesinae, Prodiamesinae (Diptera, Chironomidae). Владивосток, 1985. С. 99.
- Монаков А.В. Питание пресноводных беспозвоночных. М., 1998. 319 с.
- Панкратова В.Я. Личинки и куколки комаров подсемейства Orthoclaadiinae фауны СССР (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae). Л.: Наука, 1970. 344 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.18, вып.4: Дальний Восток. Сахалин и Курилы / Под ред. М.Г. Васильковского / Сах. упр. гидромет. службы. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 262 с.
- Цветкова Н.Л. Прибрежные гаммариды северных и дальневосточных морей СССР и сопредельных вод. Л.: Наука, Ленинград. отд., 1975. 257 с.
- Яковлев В.А. Трофическая структура зообентоса – показатель состояния водных экосистем и качества воды // Водные ресурсы, 2000. Т. 27, № 2. С. 237–253.
- Cummins K.W. // Ann. Rev. Entomol. 1984. V. 18. P. 183.
- Cummins K.W. Trophic relations of aquatic insects // Annual Review of Entomology. 1973. V. 18. P. 183–206.

СОСТАВ ИХТИОФАУНЫ РЕКИ ЧИЛИК

Е. К. Данько¹, Ф. В. Климов², Е. В. Мурова²¹ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»,
050016 Казахстан, Алматы, пр. Суюнбая 89 «А», e-mail: kazniirh@mail.ru²ТОО «Казахстанское агентство прикладной экологии»,
050012 Казахстан, Алматы, ул. Амангельды, 70А, e-mail: f.klimov@kape.kz

Целью работы явилось изучение видового состава ихтиофауны р. Чилик являющейся притоком р. Или. В статье рассматривается видовой состав ихтиофауны на различных участках р. Чилик. Выявлено, что в состав ихтиофауны р. Чилик по исследованиям 2008–2012 гг. на всем протяжении, начиная с верховья и до впадения её в р. Или входит четыре вида рыб: голый осман, тибетский голец, пятнистый губач и форель. Основу уловов составлял по численности голый осман. На всем протяжении р. Чилик видовой состав ихтиофауны и его численность низкая, а основные биологические показатели рыб, свидетельствуют о неблагоприятных условиях обитания.

Ключевые слова: Ихтиофауна, видовое разнообразие, численность, распространение.

The aim of the work was to study the species composition of fish fauna Chilik a tributary of the river Ili. The article deals with the species composition of fish fauna in different parts of the river Chilik.

Revealed that the composition of the fish fauna p. Chilik Research 2008 -2012 years. all over, starting with the upstream and to its confluence with the river Ili has four species of fish: osman Tibetan trout, spotted sloth and trout. Basis of catches was numerically osman. Throughout Chilik species composition of fish fauna and its population is low, and the main biological indicators of fish reflect unfavorable habitat.

Keywords: Ichthyofauna, species diversity, abundance, distribution.

Чилик (в переводе с казахского «Шелек» — «ведро») в верховье Джангырык самая крупная река Заилийского Алатау (Северный Тянь-Шань), один из крупнейших левых притоков реки Или, которая в свою очередь впадает в оз. Балхаш.

Истоки реки начинаются на восточном склоне Чилико-Кеминской перемычки на высоте более 3350 мБС с ледников Жангырак, Богатырь, Корженевской. До впадения в Жаланашскую долину река имеет название Таучилик (Горный Чилик). После долины ледников, протяженностью более 40 км, река уходит в глубокий непроходимый каньон. На входе в Жаланашскую долину, река резко поворачивает на север. В этом месте река достигает глубины в каньоне до 100 м. Река Чилик на выходе из каньона имеет несколько больших притоков: слева р. Женишке, справа р. Саты, Кольсай — всего 45 притоков. Река Чилик — типичная горная река с бурным течением и крутым падением. Ширина русла в верховьях — 5–6 м, в среднем течении 10–15 м, максимальная глубина — 1.5–2 м. Протяженность реки составляет 245 км, площадь бассейна 4980 км².

По своему историческому происхождению аборигенная ихтиофауна бассейна озера Балхаш считается самой молодой в Казахстане. Своеобразие рыбного населения бассейна позволило выделить его в отдельную Балхашскую ихтиогеографическую провинцию, входящую в Нагорно-Азиатскую подобласть [1, 2].

Малые реки бассейна р. Или впадающей в оз. Балхаш по характеру водного режима являются реками тянь-шаньского типа. Аборигенная ихтиофауна составлена из рыб разных фаунистических комплексов: бореального равнинного (окунь), бореального предгорного (гольяны) и нагорно-азиатского (маринка, османы и голец).

Широкомасштабные акклиматизационные работы, проведенные в этом бассейне, вызвали сокращение ареалов аборигенных видов рыб — они практически исчезли из оз. Балхаш и р. Или [3, 4], сохранившись лишь в малых водоемах предгорной и горной зоны. В настоящее время чужеродные виды считаются второй по значению угрозой биоразнообразию, одной из угроз естественным аборигенным экосистемам и устойчивости биологических ресурсов [5, 6]. Сохранение биологического разнообразия ихтиофауны требует определения функционального состояния экосистем малых водоемов, оценки воздействия различных видов загрязнений на организм рыб, поиска оптимальных условий для длительного сохранения разнообразия аборигенной ихтиофауны [7, 8].

Сведения о составе ихтиофауны р. Чилик в высокогорной зоне в научной литературе весьма фрагментарны. Последние исследования, проведенные в 2008–2010 гг. сотрудниками ДГП «НИИ проблем биологии и биотехнологии» РГП «КазНАУ им. Аль-Фараби» и ТОО «Казэкопроект» касались Бартогайского водохранилища и р. Чилик в предгорной зоне в 5–10 км от места ее впадения в водохранилище [9].

В задачу исследований 2012 г. входило определение современного состава ихтиофауны в высокогорной части реки до входа ее в каньон. Здесь нами исследовались три участка реки: верхний (1) на высоте 1680 мБС, средний (2) — 1260 мБС и нижний (3) 960 мБС.

В виду не слабого водообеспечения р. Чилик в осенний период численность ихтиофауны здесь, очень низкая и встречается крайне редко.

Ихтиофауна обследованных участков в уловах была представлена четырьмя видами рыб: голым османом, тибетским гольцом, пятнистым губачем и радужной форелью (табл. 1).

На ст. № 1 встречено два вида рыб тибетский голец и голый осман. Оба вида являются аборигенными. Доля тибетского гольца в уловах составляла 66.6 и 33.4% голый осман. На ст. № 2 выловлено три вида рыб тибетский голец, голый осман и одноцветный губач. Их доля в улове составляла 54.5, 27.3 и 18.2 соответственно. На станции 3 в улове отмечены также три вида, однако в процентном соотношении в улове было меньше тибетского гольца (23%), доля голого османа стала выше (46.2%), также в два раза больше было поймано губача (30.8%) (табл. 2).

Данное обстоятельство, скорее всего, связано с некоторым понижением скорости течения на данном участке и увеличением заводей с замедленным течением, где есть подходящие условия для их обитания.

Таблица 1. Современный состав ихтиофауны р. Чилик (горная зона)

Латинское название	Русское название	Хозяйственное значение
<i>Salmo gairdneri</i> Richardson	Радужная форель	Вселенец, промысловый
<i>Diptychus dybowskii</i> Kessler	Голый осман	Эндемик, промысловый
<i>Noemacheilus strauchi strauchi</i> (Kessler)	Пятнистый губач	Эндемик, не промысловый
<i>Noemacheilus stoliczkai stoliczkai</i> Steindachner	Тибетский голец	Эндемик, не промысловый

В период проведения исследований на ст. № 1 было отловлено 4 экз. тибетского голца. Длина рыб варьировала от 15 до 86 мм при весе от 0.03 до 4.34 г. В улове отмечены особи в возрасте 0+ – 2+ года. Соотношение самцов и самок было 1:1. Плотность рыб составляла 0.0054 экз./м² (табл. 2).

На ст. № 2 численность тибетского голца в уловах была наибольшей — 6 экз., а на ст. № 3 ниже водозабора отловлено всего 3 экз. По основным биологическим показателям длине и весу значительных различий с голцом, отловленным на ст. № 1 не обнаружено. Упитанность рыб по Фультону колебалась от 0.66 до 1.02, что указывает на неблагоприятные условия обеспеченности данного вида кормовыми объектами.

Голый осман (*Diptychus dybowskii* Kessler) был встречен на всех станциях отбора проб. Всего было отловлено 41 экз. голого османа. Длина рыб варьировала от 17 до 152 мм при весе от 0.06 до 19.52 г (табл. 2). В улове отмечены особи в возрасте 0+ ... 2+ года. Соотношение самцов и самок близко 1:1. Плотность рыб составляла 0.0066 экз./м², средняя рыбопродуктивность голого османа составила 66 экз./га. Упитанность по Фультону варьировала от 0.57 у рыб в возрасте 0+ до 2.05 у старше возрастных групп. Численность молоди голого османа в уловах изменчива и составляла 56–64% в улове, ее высокая концентрация отмечена на ст. № 3.

Таблица 2. Основные биологические показатели рыб из высокогорного района р. Чилик, 2012 г.

Параметры	Станция № 1			Станция № 2			Станция № 3		
	min	max	сред.	min	max	сред.	min	max	сред.
Тибетский голец	n = 4			n = 6			n = 3		
l (мм)	15.0	86.0	40.07	24	86.0	53.39	14.0	77.0	46.6
Q (г)	0.03	4.34	0.747	0.1	4.34	1.32	0.04	2.92	0.87
Упит. по Фультону	0.68	0.97	0.71	0.67	0.87	0.83	0.66	1.02	0.70
Голый осман	n = 12			n = 13			n = 16		
l (мм)	21.0	142	63.56	21.0	152	73.1	17.0	120	43.9
Q (г)	0.1	26.56	4.128	0.1	19.52	4.8	0.06	15.91	1.67
Упит. по Фультону	0.79	1.53	0.94	0.57	1.18	0.79	0.74	2.05	0.93
Пятнистый губач	n = 0			n = 2			n = 4		
l (мм)	-	-	-	23.0	89.0	34.1	40.0	122.0	78.7
Q (г)	-	-	-	0.08	3.45	0.44	0.3	11.59	4.15
Упит. по Фультону	-	-	-	0.49	1.11	0.66	0.47	0.85	0.64

Пятнистый губач (*Triplophysa strauchi* (Kessler, 1874)) был встречен на двух станциях № 2 и 3. Всего было отловлено 6 экз. пятнистого губача. Длина рыб варьировала от 23 до 122 мм при массе от 0.08 до 11.59 г (табл. 2). В улове отмечены особи в возрасте 0+ ... 2+ лет. Упитанность колебалась от 0.47 до 1.1. Соотношение полов 1.2 в сторону преобладания самцов. Плотность рыб составляла 0.0036 экз./м².

По рассказам местного егеря встреченного нами на самой верхней точке в период отбора проб, в данном районе летом любители рыбаки на удочку ловят не только голого османа, но и форель. В наших уловах форель не была встречена, но наличие ее в р. Чилик объяснимо.

В 1960-х гг. были проведены работы по акклиматизации лососевых рыб в горных водоемах Алматинской области. Одним из первых было зарыблено нижнее оз. Кульсай. Со временем форель проникла и в два других озера этой системы расположенных выше. Из нижнего озера вытекает небольшая речка одноименного названия, которая впадает в р. Саты (Чилик), примерно на уровне ст. № 2, через нее то и попадает форель в реку. Исследования, проведенные в 2008–2010 гг. группой исследователей Бартогайского водохранилища, обнаружили форель у рыбаков любителей в месте впадения реки в водохранилище.

Таким образом, радужная форель (*Salmo gairdneri* Richardson) населяет предгорную и горную часть р. Чилик. Пополнение форели в верхнем участке реки происходит за счет ее ската из выше расположенных озер и дальше в Бартогайское водохранилище. Также не исключена возможность, что на протяжении свыше 200 км от первоначального попадания ее в реку, форель могла образовать самовоспроизводящуюся популяцию.

Исследования ихтиофауны на высокогорных участках реки Чилик показали, что экстерьерные показатели представленных видов рыб (голый осман, тибетский голец, одноцветный губач) низкие, что свойственно рыбам обитающим в сложных гидрологических условиях (сильное течение, не устойчивый уровненный режим). Численность рыб в высокогорной зоне невелика. Пополнение ихтиофауны в районе исследований происходит за счет миграции ее из нижних и верхних участков реки. Речная ихтиофауна ежедневно совершает незначительные кор-

мовые миграции на обследованной акватории, в период нереста миграции рыб не выражены, используются расположенные выше по течению заводи образовавшиеся за различными валунами и изгибами реки.

Появление в реке форели — одного из опаснейших для аборигенной ихтиофауны хищника, вытесняет ее в верхние участки р. Чилик, которые являются для них единственным убежищем. Данное обстоятельство подтверждает наихудший прогноз, высказанный специалистами-ихтиологами более 20 лет назад: «В результате акклиматизационных работ на Балхаше наиболее «ущемленной» оказалась нагорно-азиатская фауна. Вытесняемая сверху и снизу, она сокращает свое распространение и постепенно замыкается в предгорной зоне, в притоках р. Или. Это необратимый процесс, помешать которому теперь уже невозможно» [10].

В этой связи можно констатировать, что на всем протяжении реки Чилик видовой состав ихтиофауны и его численность низкая, а основные биологические показатели рыб, свидетельствуют о неблагоприятных условиях обитания.

Список литературы

1. Берг Л.С. Разделение территории Палеарктики и Амурской области на зоогеографические области на основании распространения пресноводных рыб // Избранные труды. М.; Л.: Изд-во АН СССР. 1962. Т. 5. С. 320–363.
2. Митрофанов В.П. Формирование современной ихтиофауны Казахстана и ихтио географическое районирование // В кн.: Рыбы Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1986. Т. 1. С. 6–40.
3. Алимов А.Ф., Богуцкая Н.Г., Орлова М.И., Паевский В.А., Резник С.Я., Кравченко О.Е., Гельтман Д.В. Антропогенное распространение видов животных и растений за пределы исторического ареала: процесс и результат // Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах – М.- СПб: Товарищество научных изданий КМК. 2004. С. 16–43.
4. Дукравец Г.М., Митрофанов В.П. История акклиматизации рыб в Казахстане // Рыбы Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1992. Т. 5. С. 6–44.
5. Терещенко В.Г., Стрельников А.С. Анализ перестроек в рыбной части сообщества озера Балхаш в результате интродукции новых видов рыб // Вопросы ихтиологии. 1995. Т. 35. Вып. 1. С. 71–77.
6. Dudgeon D., Arthington A., Gessner M., Kawabata Z.-I., Knowler D., Leveque C., Naiman R., Prieur-Richard A.-H., Soto D., Stianssy M., Sullivan C. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges // Biological Reviews. Cambridge Philosophical Society. 2006. V. 81. № 2. P. 163–182.
7. Conservation and monitoring of pond biodiversity. First European pond workshop. Ed. Oertli B., Auderset Joye D., Indermuehle N., Juge R., Lachavanne J.-B. // Archives des Science. 2004. V. 57. Fascicules 2–3. P. 69–72.
8. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах / Под ред. А.Ф. Алимова, Н.Г. Богуцкой. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. 436 с.
9. Климов Ф.В., Мамилов Н.Ш. Современный состав ихтиофауны р. Шелек в горной и предгорной зонах // Вестник КазНУ, Серия биологическая. 2012. № 1 (33). С. 85–88.
10. Митрофанов В.П., Дукравец Г.М. Некоторые теоретические и практические аспекты акклиматизации рыб в Казахстане // В кн.: Рыбы Казахстана. Алма-Ата: Гылым, 1992. Т. 5. С. 329–371.

УДК 574.523:628.394.17

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЭВТРОФИРОВАНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ МАЛЫХ РЕК НИЖНЕЙ ВОЛГИ

Л. В. Дегтярева, Н. В. Карыгина, Н. В. Галушкина, Е. В. Галлей
ФГУП «Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»,
414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, E-mail: kaspiy-info@mail.ru

Исследовано качество воды малых рек дельты Волги по гидрохимическим и токсикологическим показателям. Установлено, что по содержанию взвешенного вещества, фосфатов, нитратов, нитритов состояние водотоков характеризовалось как эвтрофное. Концентрации нефтепродуктов и пестицидов были высокими и в большинстве случаев превышали нормативы. Оценка комплексности загрязненности рек позволила определить район с наиболее напряженной эколого-токсикологической обстановкой.

Ключевые слова: дельта Волги, эвтрофирование, токсикологическая обстановка, взвешенное вещество, нефтяные углеводороды, пестициды, загрязнение.

THE ESTIMATION OF EUTROPHICATION AND POLLUTION OF SMALL RIVERS IN DELTA OF VOLGA

L. V. Degtyareva, N. V. Karygina, N. V. Galushkina, E. V. Galley

It was investigated the water quality of Volga delta's small rivers on hydrochemical and toxicological indicators. It was founded that the state of watercourses on the content of suspended matter, phosphates, nitrates, nitrites is characterized as eutrophic one. Concentrations of oil and pesticides were high and exceed norms in most cases. The estimation of the integrated pollution of rivers has allowed to determine the area with the most intense eco-toxicological situation.

Keywords: delta of Volga, eutrophication, toxicology situation, suspended matter, petroleum hydrocarbons, pesticides, pollution.

Малые реки Нижней Волги, являясь местами нерестилищ многих видов промысловых рыб, имеют важное рыбохозяйственное значение. Качество водной среды малых рек определяет не только условия обитания гидробионтов на данных водных объектах, но и экологическое состояние более крупных водотоков. В современный период при значительных антропогенных изменениях, наблюдающихся в низовьях р. Волги, вызванных транзитным стоком из вышерасположенных регионов, а также судоходством и поступлением загрязняющих веществ со сбросными водами (Бурлаков, 2012), особую актуальность имеет оценка качества водной среды. Поскольку следствиями факторов антропогенного влияния являются, прежде всего, усиление эвтрофикации

онных процессов и ухудшение токсикологической обстановки, необходимо изучать как гидрохимические параметры, позволяющие оценить уровень трофности водоема, так и токсикологические, характеризующие степень загрязненности.

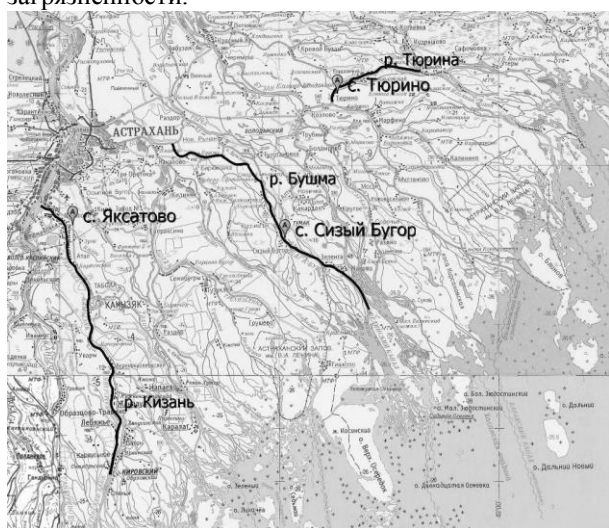


Рис. 1. Схема района исследований.

Исследования проводились с апреля по октябрь 2013 г. Станциями наблюдений на рук. Кизань являлся створ у с. Яксатово, на рук. Бушма — у с. Сизый Бугор, на рук. Тюрина — у с. Тюрино. Были определены следующие гидрохимические и токсикологические показатели: содержание взвешенных веществ, нитрат- и нитрит-ионов, фосфатов, растворенного кислорода, а также концентрация нефтяных углеводородов (НУ) и хлороорганических пестицидов по сумме изомеров ГХЦГ и метаболитов ДДТ. Всего выполнено 135 определений.

Химический анализ проб воды проводили по стандартным методикам. Экологическая обстановка оценивалась по классификации Жукинского (Принципы и опыт построения ..., 1981). Для оценки степени загрязненности использовался метод комплексной оценки по гидрохимическим показателям (Нормативы качества воды ..., 2010; РД 52.24.643-2002, 2004; Экосистема Азовского моря ..., 2007).

По насыщению вод кислородом, концентрации минерального фосфора и взвешенного вещества наибольшими величинами отличались воды рр. Кизань и Бушма (табл. 1). Содержание минеральных форм азота (нитриты, нитраты, аммонийный азот) во всех водотоках было на одном уровне.

Таблица 1. Гидрохимические и токсикологические показатели водотоков дельты Волги

Показатель	рук. Кизань	рук. Бушма	рук. Тюрина
Кислород, мг/л	9.2-14.4	8.3-14.2	8.0-13.5
Фосфаты, мкг/л	60-110	51-112	60-83
Нитраты, мкг/л	287-446	302-448	382-482
Нитриты, мкг/л	27-57	29-52	31-51
Аммонийный азот, мкг/л	101-191	101-195	146-200
Взвешенное вещество, мг/л	31-59	33-57	18-28
ЭНУ, мкг/л	91-1086	149-682	284-890
Σ ДДТ, нг/л	0-98.8	0-67.1	0-24.9
Σ ГХЦГ, нг/л	1.8-15.6	4.7-84.5	1.4-63.8

Качество вод на исследуемых объектах по большинству гидрохимических показателей (содержание взвеси, фосфатов, нитратов, нитритов) характеризовалось как эвтрофное, по концентрации аммонийного азота — как мезотрофное. Максимальные величины насыщения вод кислородом на рр. Кизань (168%) и Бушма (161%) соответствовали гипертрофным водам, на рук. Тюрина (124%) — эвтрофным.

Концентрации НУ и пестицидов во всех водотоках были высокими. Превышение рыбохозяйственного норматива по нефтепродуктам (50.0 мкг/л) было зарегистрировано в 100% проб, по сумме пестицидов (0.01 мкг/л) — в 80% проб. Ранее, в 1984–1993 гг., при сопоставлении объемов стока нефтепродуктов и метаболитов ДДТ было установлено, что наибольшее их поступление происходило через водотоки системы Бузан, наименьшее — системы Рычан (Устьевая область Волги ..., 1998). В результате наших исследований было выявлено, что по нефтяному загрязнению ситуация коренным образом не изменилась. В наибольшей степени загрязнение нефтепродуктами было характерно рук. Тюрина, в наименьшей — рук. Бушма, несмотря на абсолютный максимум, зарегистрированный в рук. Кизань (табл. 1). По пестицидному загрязнению самой высокой концентрацией ДДТ и существенным разбросом данных выделялась рук. Кизань, изомеров ГХЦГ — рук. Тюрина. В составе ДДТ доминировали метаболиты ДДЕ, соотношение групп изомеров ДДТ к ДДЕ (<1) указывало на давний характер загрязнения.

Метод комплексной оценки предусматривает проведение детального покомпонентного анализа химического состава воды с использованием частоты обнаружения концентраций, превышающих нормативы, для одновременного учета комплекса наблюдаемых ингредиентов и показателей качества воды. Наиболее информативными комплексными оценками, получаемыми по данному методу, являются удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ) и класс качества воды. На основании исходных данных химических анализов получены следующие расчётные показатели: среднее значение коэффициента комплексности загрязнения (K_{cp}); оценочный балл по повторяемости (s) и средней кратности превышения ПДК (β) (табл. 2).

Таблица 2. Показатели комплексной оценки степени загрязненности

Водоток	K_{cp}	s	β	УКИЗ	Класс качества воды
рук. Кизань	26.8	2.34-4.00	1.56-2.81	3.59	4а (грязная)
рук. Бушма	33.3	4.00	2.10-2.62	4.11	4в (очень грязная)
рук. Тюрина	34.8	3.00-4.00	2.00-3.00	3.64	4б (грязная)

В рук. Кизань значение коэффициента комплексности загрязнения колебалось от 22.2 до 50.0% при среднем 26.8%, что свидетельствовало о высокой загрязненности воды. Превышение нормативов отмечено по взвешенному веществу, нефтепродуктам, ГХЦГ и ДДТ. Судя по повторяемости случаев загрязнения, взвешенные вещества ($s = 4.00$), нефтепродукты ($s = 4.00$) и ДДТ ($s = 3.15$) определяют устойчивый уровень загрязнения реки, по ГХЦГ ($s=2.34$) уровень загрязненности был неустойчивым. По кратности превышения ПДК загрязнение нефтепродуктами, взвешенным веществом и ДДТ было среднего уровня, ГХЦГ — низкого уровня. Удельный коэффициент равнялся 3.59, что позволяет оценить состояние воды как «грязное».

Рукав Бушма обладал высокой комплексностью загрязнения воды ($K = 22.2-44.4\%$, при среднем 33.3%). Превышение нормативов наблюдалось по тем же показателям, что и в рук. Кизань, но по повторяемости случаев загрязнение оценивалось как устойчивое ($s = 4.00$), по кратности превышения ($\beta = 2.10-2.62$) — как среднее. Удельный коэффициент, вследствие наибольшей суммы оценочных баллов по каждому из ингредиентов, составлял 4.11 и определял класс качества воды как «очень грязная».

В рук. Тюрина обнаружено превышение ПДК по тем же четырем показателям. Значение коэффициента комплексности загрязнения колебалось от 30.0 до 44.4% при среднем 34.8%. Для всех ингредиентов была характерна устойчивая загрязненность ($s = 3.00-4.00$). Для нефтепродуктов был отмечен высокий уровень загрязненности по кратности превышения ПДК (3.00), для ГХЦГ, взвешенного вещества и ДДТ — средний (соответственно 2.25; 2.00; 2.00). Общие оценочные баллы по нефтепродуктам (12.0) и взвешенному веществу (8.0) указывали на то, что наибольшую долю в загрязнение вносили именно эти компоненты. Степень загрязнения воды характеризовалась как «грязная» при УИКЗВ = 3.64.

Таким образом, на изучаемых малых реках в исследуемый период сложилась неблагоприятная экологическая обстановка. Качество воды по большинству гидрохимических показателей соответствовал «эвтрофному». Степень комплексной загрязненности воды характеризовалась как высокая. Стабильно превышали ПДК четыре показателя — нефтепродукты, взвешенное вещество, ДДТ и ГХЦГ. Наибольший вклад в загрязнение вносили, главным образом, нефтепродукты и взвешенное вещество. Наиболее высокий комбинаторный индекс загрязненности воды определен в рук. Бушма, следовательно, в этом районе формировались наименее благоприятные условия для обитания гидробионтов.

Список литературы

- Бурлаков И.А. Особенности формирования гидрохимического режима дельтовых водоемов реки Волга // Водные ресурсы Волги: история, настоящее и будущее, проблемы управления: Мат. II Межрегион. научно-практич. конф. 25–27 октября 2012 г. Астрахань: ГАОУ АО ВПО «АИСИ», 2012. С. 187–191.
- Жукинский В.Н., Окслюк О.П., Олейник Г.Н., Кошелева С.И. Принципы и опыт построения экологической классификации качества поверхностных вод суши // Гидробиологический журнал. 1981. Т. 17, № 2. С. 38–50.
- Нормативы качества воды и водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. М.: ВНИРО, 2011. 257 с.
- РД 52.24.643-2002. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. М., 2004. 21 с.
- Устьевая область Волги: гидролого-морфологические процессы, режим загрязняющих веществ и влияние колебаний уровня Каспийского моря. М: ГЕОС, 1998. 280 с.
- Экосистема Азовского моря: антропогенное загрязнение / Кленкин А.А., Корпакова И.Г., Павленко Л.Ф., Темердашев З.А. Краснодар, 2007. С.122–123.

УДК 582.272: 574.586(470.2:556.53)

ВОДОРΟΣЛЕВЫЕ СООБЩЕСТВА РАЗНОТИПНЫХ МАЛЫХ РЕК КОЛЬСКОГО СЕВЕРА

Д. Б. Денисов

ФГБУН Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН,
184209 г. Апатиты, Мурманская обл., м-н. Академгородок, 14а, e-mail: denisow@inep.ksc.ru

Исследованы водорослевые сообщества разнотипных малых рек Кольского Севера, находящихся в различных ландшафтах и различающихся типом и интенсивностью антропогенной нагрузки. Проанализированы особенности биоиндикационного потенциала водорослей для оценки качества вод в различных условиях. Показано влияние биогенных элементов и токсических веществ на развитие альгоценозов в условиях промышленного загрязнения вод.

Ключевые слова: водорослевые сообщества, Кольский Север, биоиндикация, загрязнение вод.

Algae communities of polytypic small rivers of the Kola Peninsula in different landscapes and different type and intensity of anthropogenic load have been investigated. The algae bioindicative potential of the water quality assessments in various environments has been analyzed. It is shown the effect of nutrients and toxic substances impact on the algocenoses development under industrial pollution.

Keywords: algal communities, Kola North, bioindication, water pollution

Введение. Антропогенная трансформация водных экосистем промышленных регионов Кольского Севера является объектом экологических исследований ни одно десятилетие. Показано, что происходящие изменения различных структурно-функциональных элементов в последние годы вызваны не только долговременным промышленным загрязнением, но и нарушением ландшафтов, режима стока, температурных параметров, что неизбежно сказалось на трофических сетях и потоках энергии в экосистемах (Кашулин и др., 2013). Сложность в интерпретации последствий антропогенных преобразований водоемов Кольского региона определяется большой вариабельностью индивидуальных условий формирования качества вод: микроклиматических, батиметрических, гидрохимических, геоморфологических, ландшафтно-географических и др. Поэтому для понимания происходящих процессов наиболее целесообразным представляется использование в качестве объектов исследования разнотипных малых рек, как наиболее чувствительных к изменению окружающей среды объектов. Наиболее важным элементом малых рек являются водоросли перифитона, анализ показателей сообществ которых позволяет оценивать состояние водных экосистем и степень их антропогенного преобразования.

Объекты и методы исследования. В качестве основных объектов исследования были выбраны разнотипные малые реки и ручьи различных ландшафтов Кольского Севера (рис. 1). Оценивались видовой состав и структура водорослевых сообществ перифитона, численность, видовое разнообразие, индекс сапробности, а также гидрохимические характеристики качества вод. Отбор, обработка и анализ проб был произведен с использованием рекомендованных стандартных методик (Комулайнен, 2003; Руководство ..., 1992). Большая часть отборов была выполнена в конце гидробиологического лета.

Водотоки побережья Баренцева моря характеризуются сравнительно высоким обилием, в районе порожистых участков покрытие водорослями субстрата достигало в августе 65–100%. Типичными представителями были *Calothrix confervicola* C. Agardh ex Bornet & Flahault, *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kützinger, *Fragilaria capucina* subsp. *rumpens* (Kützinger) Lange-Bertalot, *F. nanana* Lange-Bertalot, *Draparnaldia glomerata* (Vaucher) C. Agardh. Индекс сапробности варьировал от 0.89 до 1.39. Характерной чертой этих водотоков является связь с болотами и проточными озерами, что обуславливает присутствие видов, предпочитающих пониженные значения pH — *Eunotia naegelii* Migula, *Brachysira follis* (Ehrenberg) R. Ross. Отчасти это может также является следствием выпадения кислотообразующих соединений в результате деятельности комбината «Печенганикель».

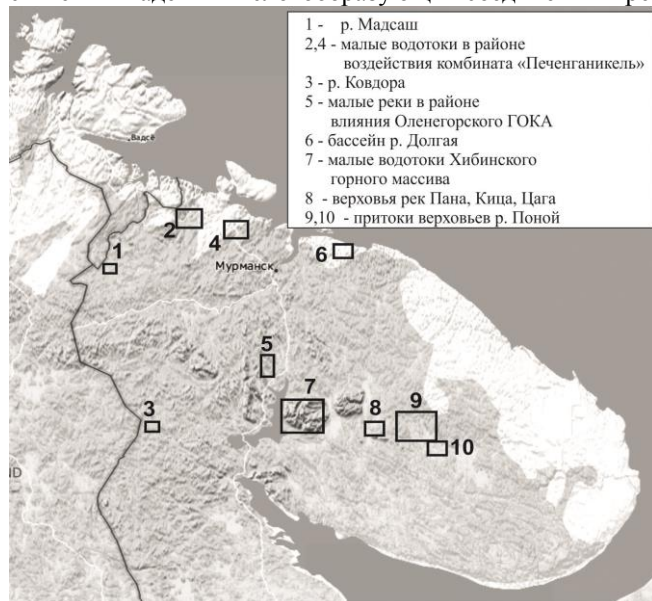


Рис. 1. Карта-схема районов работ (2006–2013).

В водотоках бассейна р. Долгая (район 6, рис. 1) господствующее положение по численности видовому богатству занимали диатомовые водоросли, с доминированием видов рода *Tabellaria*. В районе приустьевых участков, в районе впадения в губу Долгая Баренцева моря, отмечено было развитие в составе сообществ *Dichothrix gypsophila* Bornet & Flahault и *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützinger. Индекс сапробности варьировал в пределах 1.0–1.2.

В водоемах зоны северной тайги было выявлено резкое различие в структуре сообществ водорослей для различных водотоков. Водоросли перифитона водотоков характеризуются значительным обилием (покрытие 80–100% субстрата при толщине обрастаний до 8 см и длине нитей до 30–40 см). При этом значительную долю на отдельных участках (до 85%) составляют красные водоросли рода *Batrochospermum*, характерные для незагрязненных водотоков с высокими показателями цветности. Водорослевые сообщества формируют

большое количество фитобиомассы, играющей ведущую роль в круговоротах веществ и утилизации биогенных элементов, что может быть использовано для оценки потенциала и интенсивности самоочищения водных объектов региона при органическом загрязнении. В плесовых участках красные водоросли не были обнаружены. Характерной чертой водорослевых сообществ рек этих районов является присутствие планктонных видов в составе обрастателей. Индекс сапробности варьировал от 0.63 до 1.48.

В 14-ти водотоках бассейна верховьев р. Поной были исследованы диатомовые водоросли перифитона. Выявлено 174 таксона диатомовых водорослей рангом ниже рода (2010 г.). Несмотря на сходные условия формирования качества вод, диатомовая флора каждого водотока имеет свои специфические черты, что связано с комплексом локальных гидролого-географических факторов. Видовое разнообразие существенно различалось в разных водотоках (Индекс Шеннона-Уивера 1.2–3.1 бит/экз., индекс сапробности 1.07–1.81). Заболоченность территории водосбора способствует поступлению элементов питания водорослей, в частности, гуминовых кислот. Типичными видами являлись: *T. fenestrata* (Lyngb.) Kütz., *T. flocculosa* (Roth) Kütz., *Eunotia diodon* Ehrb.

Водные объекты горных водоемов *Хибинских тундр* характеризуются значительным видовым разнообразием (до 4.1 бит/экз.), что объясняется большой пестротой локальных условий, связанных с высотой над уровнем моря, степенью развития почвенного покрова, скорости течения и т.п. Отмечено, что в период интенсивного снеготаяния максимальное развитие водорослей происходит в пойменных участках с развитыми почвой и

растительностью, причем доминируют золотистые водоросли *Hydrurus foetidus* (Vill.) Kirhc, а также встречаются диатомовые, преимущественно *Cymbella arctica* (Lagerstedt) Schmidt. Отмечено развитие фитоперифитона в истоках рек и временных водоемах горных плато на высоте 850–1000 м над у.м. (*H. foetidus*).

Влияние антропогенных факторов на развитие фитоперифитона определяется спецификой водного объекта и типом оказываемого воздействия. В водотоках Хибинского горного массива в местах самоизливающихся скважин грунтовых вод происходит массовое развитие водорослей: золотистых (*H. foetidus*), диатомовых (*Hannaea arcus* (Ehrenberg) R.M.Patrick и зеленых (*Ulothrix zonata* (Weber & Mohr) Kützing). Стимулирующие воздействие оказывают повышенные значения pH (8.0–9.7). В горных реках содержание биогенных элементов минимально ($P_{\text{общ.}} = 0\text{--}4 \text{ мкгP/л}$; $N_{\text{общ.}} = 23\text{--}129 \text{ мкгN/л}$). Вероятно, это связано с быстрым усвоением их водорослями. В ходе изучения водотоков, подверженных непосредственному влиянию стоков апатитовой промышленности (сброс шахтных и рудничных вод) было установлено, что высокое содержание взвеси, особенно в период интенсивного снеготаяния угнетает развитие фитоперифитона. Напротив, в межень водоросли способны развиваться даже в экстремальных условиях технологических отстойников. Пучки нитей *Ulothrix* были обнаружены в отстойнике шахтных вод апатитового рудника.

Индекс сапробности *S*, рассчитанный по показателям перифитона для незагрязняемых водотоков варьировал в пределах 0.6–1.3, для загрязняемых стоками апатитовой промышленности и городов — 1.4–2.8. Заслуживают внимания результаты, полученные при исследовании двух загрязняемых рек — Белая и Жемчужная. Индекс сапробности в них варьировал от 0.83 до 1.10 в зависимости от расположения станции отбора, что соответствует чистым водам. В то же время значительные концентрации биогенных элементов (рис. 1) заставляют критически относиться к этим результатам. Вероятно, помимо содержания элементов минерального питания влияние на водоросли оказали токсические вещества. Так, содержание никеля в р. Жемчужная по сравнению с р. Белая на отдельных станциях выше на порядок, стронция — почти в два раза. Таким образом, несмотря на более высокое содержание биогенных элементов, водоросли в р. Жемчужная развиваются менее интенсивно, чем в р. Белая, и их численность закономерно снижается от истоков к устью. Использование индекса сапробности для адекватной оценки качества вод для этого водного объекта затруднительно, в связи с двумя важными факторами: 1. изменение видовой структуры сапробионтов в результате проявления токсических эффектов; 2. разбавление стоком с болот, обогащающих сообщество водорослей индикаторами чистых вод.

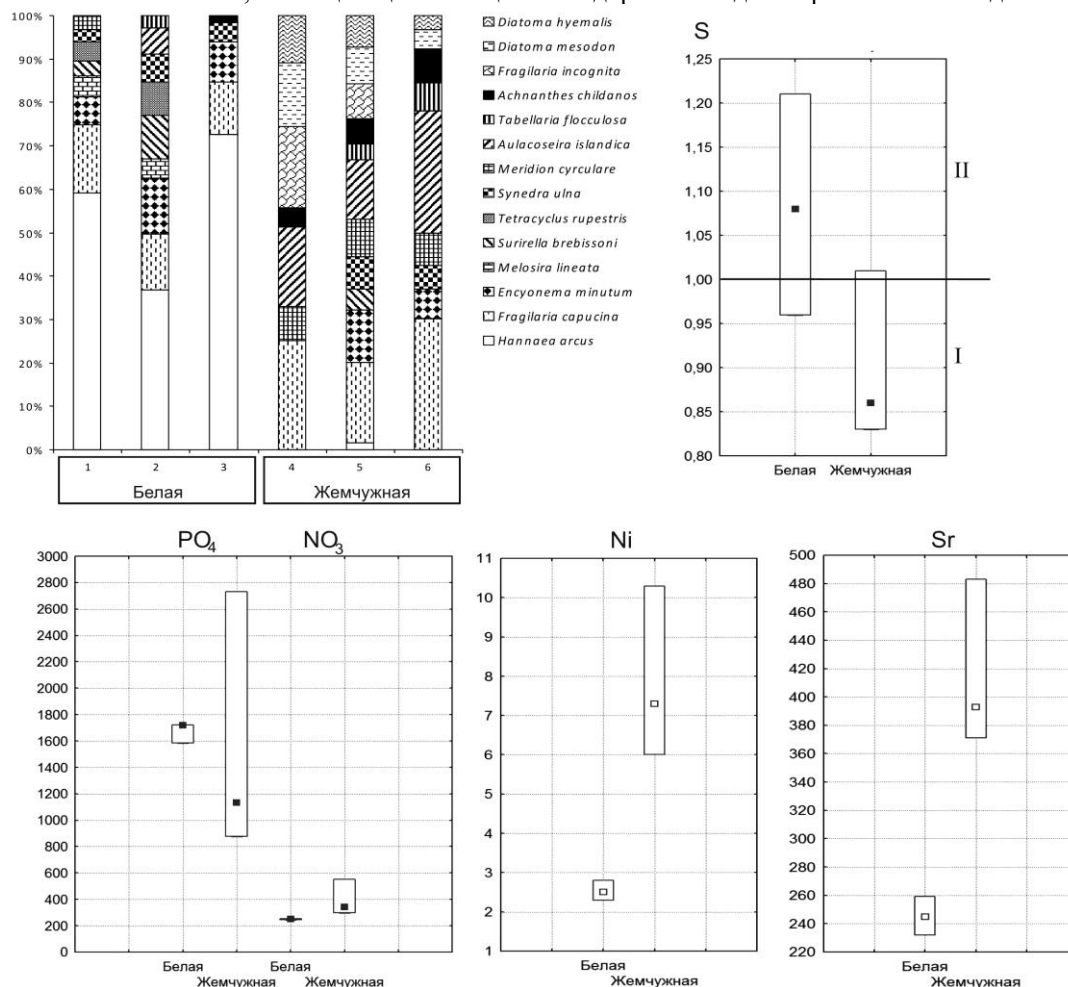


Рис. 1. Некоторые показатели состояния перифитона рек Белая и Жемчужная: соотношение относительной численности (%) массовых видов диатомовых водорослей, индекс сапробности (*S*), содержание фосфатов (мкгP/л), нитратов (мкгN/л) и металлов (мкг/л) в воде.

Заключение. Водорослевые сообщества разнотипных малых рек Кольского Севера характеризуются различием в видовом составе, структуре сообществ и численных характеристиках, что определяется, преимущественно, типом водотока и ландшафтно-географическим положением. Многие реки организованы в сложные озерно-речные системы, имеющие связь с болотами, что определяет развитие альгоценозов кислотного типа. Доминирующими группами водорослей являются зеленые, харовые и диатомовые водоросли, в начале лета развиваются золотистые. Наиболее богатыми в таксономическом отношении являются сообщества фитоперифитона Хибинских тундр и прилегающих территорий, что объясняется наличием разнообразных условий наряду с интенсивным антропогенным преобразованием гидролого-гидрохимических условий, на сравнительно небольшой территории. Высокое разнообразие водорослей тундровых рек отчасти объясняется их связью с озерами, в связи с чем многие планктонные виды обнаруживаются в составе сообществ обрастателей.

По всем показателям резко отличаются водотоки, испытывающие трансформирующее действие антропогенных факторов. Водные экосистемы характеризуются экстремально высокими для субарктики значениями индекса сапробности — до 2,8, в то же время наличие токсического загрязнения и минеральной взвеси угнетает развитие водорослей, что требует дальнейших исследований в области нормирования антропогенной нагрузки и оценки качества вод на основе показателей водорослевых сообществ.

Реакция водорослей на органическое загрязнение является сравнительно хорошо изученной областью, что позволяет наиболее адекватно оценивать качество вод на основе сапробного индекса *S*, рассчитанного по альгоценозам. В то же время индекс сапробности представляет собой интегральный показатель состояния альгоценозов и отражает не только степень органического загрязнения, но и особенности внутренней организации водорослевых сообществ, межвидового конкурентного взаимодействия, а также косвенно характеризует биотопические характеристики. Для каждого водного объекта приведен индекс сапробности, рассчитанный по показателям фитопланктона и фитоперифитона, и указан класс качества вод в соответствии с ГОСТ 17.1.3.07-82. Следует отметить, что указанные классы качества могут не совсем соответствовать реальному состоянию экосистемы, так данная схема не учитывает сложных многофакторных типов воздействия, например сочетания трофической нагрузки и токсикации, когда развитие организмов-сапробионтов определяется не только наличием доступных биогенных элементов, а еще и возможностями для фотосинтетической активности в токсичной среде. Таким образом, индекс сапробности может послужить не просто индикатором органического загрязнения и показателем эффективности процессов самоочищения, но косвенно свидетельствовать о наличии токсических эффектов, в случае заниженных значений в заведомо богатых биогенными элементами водах.

Список литературы

- Баранова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. PiliesStudio, Тель Авив, 2006. 498 с.
- ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Правила контроля качества воды, водоемов и водотоков.
- Денисов Д.Б., Каиулин Н.А., Терентьев П.М., Валькова С.А. Современные тенденции изменения биоты пресноводных экосистем Мурманской области. Вестник МГТУ. 2009. Т. 12, № 3. С. 525–538.
- Денисов Д.Б. Экологические особенности водорослевых сообществ разнотипных субарктических водоемов // Вестник Кольского научного центра РАН. 2010. № 1. С. 48–55.
- Каиулин Н.А., Дауэальтер В.А., Денисов Д.Б., Валькова С.А., Вандыш О.И., Терентьев П.М., Каиулин А.Н. Некоторые аспекты современного состояния пресноводных ресурсов Мурманской области // Вестник МГТУ. 2013. Т. 16, № 1. С. 98–107.
- Комулайнен С.Ф. Методические рекомендации по изучению фитоперифитона в малых реках. Петрозаводск, 2003. 37 с.
- Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. Под ред. В.А. Абакумова. СПб.: Гидрометиздат, 1992. 318 с.

УДК.595.762.14/17

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВОДНЫХ АДЕРНАГА (COLEOPTERA) МАЛОЙ ПЕРЕСЫХАЮЩЕЙ РЕКИ ТИЛИГУЛ (ОДЕССКАЯ ОБЛАСТЬ, УКРАИНА)

В. Г. Дядичко

Институт морской биологии НАН Украины, г. Одесса, ул. Пушкинская 37, 65125, Украина. E-мэйл: wasilij_d@mail.ru

Впервые в степной зоне Правобережной Украины обнаружен спорадически встречающийся вид *Agabus pseudoclypealis* Scholz, 1933. Настоящая находка — самая южная в Украине (47° СШ). Вид отмечен в русловых биотопах, разливах и пойменных водоемах малой пересыхающей реки Тилигул, причем 2 мая 2013 г. его численность достигала 7–22 экз./м², что составляло до 40% общей численности водных Adephaga. Вместе с ним высокой численности (до 31 экз./м²) достигал редкий в степной зоне вид *Agabus fuscipennis* (Paykull, 1798), который ранее встречался в р. Тилигул не ежегодно и всегда лишь единичными экземплярами.

Ключевые слова: малые пересыхающие реки, водные Adephaga, Coleoptera.

Rare species of the family Dytiscidae — *Agabus pseudoclypealis* Scholz, 1933 is recorded for the steppe zone of right-bank part Ukraine at first. This record is the most southern record in Ukraine (at 47° N). The species was found in the steppe intermittent river Tiligul in its river-bed biotopes, on the flooded margins and in flood-plain water reservoirs. On May 2 2013 this species extended a number 7–22 specimens/m² (up to 40% of the total number of aquatic Adephaga). Together with this species in high number (up to 31 specimens/m²) were collected *Agabus fuscipennis* (Paykull, 1798) that is rare in the steppe zone and was not previously registered in high number. Moreover this species was not previously collected at every year.

Keywords: small intermittent rivers, aquatic Adephaga, Coleoptera.

Введение. Экосистемы малых пересыхающих рек — наиболее богатые видами водных Adephaga в степной зоне Правобережной Украины. В них отмечено 78 видов этих гидробионтов (Дядичко, 2009). В степной зоне пойменные экосистемы, в том числе и малые реки, а также родники, играют одну из ключевых ролей в формировании и поддержании биоразнообразия водных и связанных с водой организмов, поскольку другие типы водных объектов здесь малочисленны. Кроме того, речные долины служат «экологическими коридорами» для распространения видов между различными ландшафтно-климатическими зонами, что уже неоднократно отмечалось ранее (Грама, 1974, Дядичко, 2009). В ходе исследований, проведенных в мае 2013 г. на р. Тилигул автором сделаны находки редких на юге Украины видов семейства Dytiscidae, дополняющие ранее опубликованные сведения.

Река Тилигул берет начало на Подольской возвышенности, в северо-западных окрестностях г. Котовска Одесской области и впадает в Тилигульский лиман, ее протяженность составляет 168 км, площадь бассейна — 3550 км² (Елисеева, 1979).

Материал и методы исследований. Материал собран 2 мая 2013 г. в низовьях р. Тилигул в окр. г. Березовка в Одесской области. Сборами были охвачены русловые биотопы Тилигула, его разливы и пойменные водоемы. Всего взято 15 качественных и 9 количественных проб, обработано около 600 экз. имаго и личинок водных жуков. Качественные пробы отбирали методом кошения гидробиологическим сачком Бальфура-Брауна квадратной формы со стороной 30 см. Количественные пробы брали тем же сачком, прижимая его передний край ко дну и проводя им по участку длиной 1.5 м. В каждом исследованной биотопе брали по 3 таких пробы. Материал фиксировали 70% этанолом. Обработку проб проводили по стандартным методам (Бубнова, Холикова, 1983).

Результаты и их обсуждение. В результате обработки проб обнаружены два вида семейства Dytiscidae, находки которых в районе исследований заслуживают отдельного обсуждения.

Agabus pseudoclypealis Scholz, 1933 — евро-западносибирский бореальный вид (Петров, 2004), спорадически встречающийся в пределах ареала. Не отмечался ранее в степной зоне Правобережной Украины. В Украине самые южные находки этого вида сделаны в Чернолесском сфагновом болоте, которое расположено на границе степной и лесостепной зон (48° СШ, Кировоградская область, Знаменский р-н (Беляшевский, 1991, Дядичко, 2007)). Рассматриваемая здесь находка сделана южнее (47° СШ), в степной зоне. Личинка этого вида не описана и жизненный цикл не прослежен (Nilsson, Holmen, 1995). 2 мая 2014 г. численность *A. pseudoclypealis* в русле реки составляла 7–11 экз./м², в разливах 13–18 экз./м², в пойменных водоемах 16–22 экз./м². На долю этого вида приходилось 30–40% общей численности водных Adephaga. Все собранные особи были с полностью затвердевшими и окрашенными покровами. Копулирующих пар не отмечено. Находка дополняет картину распространения вида в степной зоне и увеличивает список видов семейства Dytiscidae, зарегистрированных в р. Тилигул и степной зоне Правобережной Украины.

Agabus fuscipennis (Paykull, 1798) — голарктический аркто-бореальный вид (Петров, 2004). В степной зоне известен по немногочисленным локальным находкам (Конев, 1976, Дядичко, 2006, 2009). На юге Правобережной Украины этот вид отмечен только в двух пересыхающих степных реках: Большом Куяльнике и Тилигуле (Дядичко, 2006, 2009), причем встречается не ежегодно. Так, в р. Тилигул автор находил его лишь в 2008 и 2009 и 2013 гг., хотя проводил здесь исследования ежегодно начиная с 2000 г. В 2013 г. вид дал вспышку численности и 2 мая занимал одно из доминирующих мест среди водных Adephaga р. Тилигул, что никогда не наблюдалось здесь ранее. В русловых биотопах реки его численность составляла 9–11 экз./м², в разливах 24–31 экз./м², в пойменных водоемах — 13–20 экз./м². Всего на долю обоих рассматриваемых видов во время отбора проб приходилось до 85% общей численности водных Adephaga.

Заключение. Таким образом, список видов водных Adephaga р. Тилигул дополнен новым видом *A. pseudoclypealis* и насчитывает 71 вид. Этот вид — новый для степной зоны Правобережной Украины. 2 мая 2014 г. численность *A. pseudoclypealis* доходила до 22 экз./м², он занимал одно из доминирующих мест среди водных Adephaga р. Тилигул. Эта находка — одна из самых южных и дополняет картину распространения вида в степной зоне, а также в очередной раз подтверждает правильность представлений о речных долинах как об «экологических коридорах» для распространения видов, свойственных северным природным зонам на юг. Впервые в степной зоне Украины зарегистрирована вспышка численности вида *A. fuscipennis*, который ранее встречался здесь в небольшом количестве и не ежегодно. В мае 2013 г. в р. Тилигул оба эти вида составляли до 85% общей численности водных Adephaga.

Список литературы

- Бубнова Н.П., Холикова Н.И. Методы изучения макрозообентоса // Руководство по методам биологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1983. С. 21–38.
- Беляшевский Н.Н. Заметки об ареалах водных жуков (Coleoptera, Hydradeephaga) фауны СССР // Энтомолог. обозрение. 1991. Т. 70, № 2. С. 367–372.
- Грама В.Н. Эколого-фаунистический обзор водных Adephaga (Coleoptera: Haliplidae, Dytiscidae, Gyrinidae) Левобережной Украины: Автореф. дис. ... канд. биол. наук / Харьк. Гос. Ун-т. Х., 1974. 21 с.
- Дядичко В.Г. Интересные находки плавунцов рода *Agabus* (Coleoptera, Dytiscidae) в степной зоне Одесской области // Вестник зоологии. 2006. Т. 40, № 5. С. 408.
- Дядичко В.Г. Водяные плотоядные жуки (Coleoptera, Hydradeephaga) Чернолесского сфагнового болота // Проблемы водной энтомологии России и сопредельных стран: Мат. III Всерос. симпозиума по амфибиотическим и водным насекомым. Воронеж, 2007. С. 101–106.
- Дядичко В.Г. Водные плотоядные жуки (Coleoptera, Hydradeephaga) Северо-Западного Причерноморья. Одесса: Изд-во «Астропринт», 2009. 204 с.

- Елисеева Е.В. Поверхностные воды и их режим // Природа Одесской области / под ред. Г.И. Швобса. Киев-Одесса: Вища школа, 1979. 142 с.
- Конец А.А. К фауне водных жуков подотряда Adepaga (Coleoptera) Центрального Казахстана // Энтомол. обозр. 1976. Т. 55, вып. 4. С. 820–822.
- Петров П.Н. Водные жесткокрылые подотряда Adepaga (Coleoptera) Урала и Западной Сибири: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: Изд-во МГУ. 2004. 23 с.
- Nilsson A.N. Holmen M. The aquatic Adepaga (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. 2. Dytiscidae // Fauna Entomologica Scandinavica. 1995. Vol. 32. 188 p.

УДК 574.58(282.247.29)

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ СООБЩЕСТВ Р. ПРЕГОЛЯ (ВИСЛИНСКИЙ ЗАЛИВ, БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ)

Е. Е. Ежова, М. В. Лятун, М. А. Герб, Ю. Ю. Полунина, Е. К. Ланге, Н. В. Родионова, Д. С. Дудакова,
А. В. Гуцин

Атлантическое отделение Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, 236005, г. Калининград, просп. Мира, 1,
igelinez@gmail.com

Обобщены данные гидробиологических исследований АО ИОРАН 1995–2011 гг. в нижнем и среднем течении р. Преголя, водосбор которой охватывает почти всю Калининградскую область (КО). Описаны состав, структура, сезонная и межгодовая динамика, продуктивность фитопланктона, зоопланктона, зообентоса, охарактеризована водная флора, приведены сведения по ихтиофауне. Показано, что, несмотря на остающийся высоким уровень антропогенного воздействия, в 2000-х гг. экологическое состояние речной экосистемы постепенно улучшалось, что привело к росту биоразнообразия и восстановлению биологических сообществ в антропогенно нарушенном нижнем течении Преголи.

Ключевые слова: комплексные гидробиологические исследования, зоопланктон, фитопланктон, макрофиты, макрозообентос, р. Преголя, Вислинский залив.

The data of AB IO RAS hydrobiological research (1995–2013) in the Pregolya River, whose catchments area covers almost the whole Kaliningrad region are summarized. The composition, structure, seasonal and inter-annual dynamics, productivity of phytoplankton, zooplankton and zoobenthos are described, detailed characteristic of aquatic flora and vegetation is given and information on fish fauna is provided. It is shown, despite remaining high level of anthropogenic influence, during the 2000's the ecological state of river ecosystems gradually improved, leading to increased biodiversity and recovery of biological communities in the anthropogenically transformed lower reach of the Pregolya River.

Keywords: Pregolya River, zooplankton, phytoplankton, macrophytes, zoobenthos, density, biomass, dynamics of abundance, production, seasonal dynamics.

Преголя — река равнинного типа, протекает в пределах Калининградской области. Её длина достигает 123 км. В верхнем течении ширина Преголи составляет 20 м, глубина 2–3 м, скорость течения 0.5–0.6 м/с, в нижнем течении — 80 м, 8–16 м, 0.1 м/с соответственно. Устье реки соединено с Балтийским морем Калининградским морским каналом и в нижнем течении реки отмечены сгонно-нагонные явления, особенно выраженные в осенний период. Осолоненная вода из залива может доходить вверх по течению до 16-го километра, изредка — выше. Вдоль реки расположено много населенных пунктов, а нижнее течение находится в промышленной зоне г. Калининграда, что неблагоприятно влияет на экологическое состояние р. Преголя.

Ранее регулярных комплексных мониторинговых наблюдений за состоянием биоты р. Преголя не проводили. В основу данного исследования легли многолетние данные лаборатории морской экологии АО ИО РАН 1995–2011 гг. для участка от устья до 37 км (г. Гвардейск), в том числе, рукавов Старая и Новая Преголя. Пробы отбирали на 18 разрезах ежемесячно или ежесезонно на участке нижнего течения протяженностью 17 км и выше, до 37 км — ежесезонно на 3 разрезах. Использовали стандартные методики отбора и обработки гидробиологических проб (Руководство ..., 1992; Зообентос ..., 1983; Методические рекомендации ..., 1984; Балушкина, Винберг, 1979; Катанская, 1981). Проанализировано 56 проб фитопланктона, 266 проб мезозоопланктона, 1871 проба макрозообентоса. Заложено 18 ботанических пробных площадок, сделано 24 геоботанических описаний.

Высшие водные растения и макроводоросли. Гирофильная флора нижнего течения р. Преголя насчитывает 138 видов: 128 видов сосудистых растений из 48 семейств и 82 родов; 2 вида мохообразных и 7 видов макроводорослей. «Водное ядро» флоры, которое составляют гидрофиты, включает 28 видов из 16 семейств и 20 родов (45.2% от всех гидрофитов КО). Преобладают многолетние виды — около 86% от общего числа видов флоры. Выявлено 2 инвазивных вида: *Elodea canadensis* и *Acorus calamus* и 17 видов редких и охраняемых растений КО. *Alisma gramineum* и *Nymphaea peltata*, произрастающие в старичных водоемах занесены в Красную книгу КО и находятся под угрозой исчезновения (1 категория редкости). Длительное воздействие антропогенного загрязнения привело к исчезновению 10 видов водной флоры (не обнаружены за последние 100 лет).

Экологический спектр водной флоры представлен 3 экологическими типами. По числу видов лидируют гидрофиты (28 видов, или 50% водной флоры реки), причем преобладают погруженные укореняющиеся растения — 17 видов или 55% от числа гидрофитов; растений, плавающих на поверхности воды — 6 видов (19%); плавающих в толще воды — 5 (16%) и 3 вида укореняющихся растений с плавающими листьями. Гелофиты представлены 12 видами (21% от водной флоры), гигрогелофиты насчитывают 16 видов (29%) Доминантами прибрежной растительности среди гелофитов выступают *Phragmites australis*, который преобладает на всем протяжении нижнего течения. Содоминанты *Typha latifolia* и *T. angustifolia* встречаются чаще выше по течению

от г. Калининграда, образуя смешанные пояса. Среди гидрофитов доминируют *Nuphar lutea*, *Nymphaea candida*, *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton lucens*, ближе к устьевому участку — *P. pectinatus*.

Таксономический состав макрофитов, состав и структура водных сообществ, а также характер встречаемости видов-индикаторов указывают на β -мезосапробность водной среды и мезотрофный статус вод нижнего течения р. Преголя. За период наблюдений (с 1999 г.) выявлена тенденция к зарастанию макрофитами р. Преголя в черте г. Калининграда, что указывает на улучшение качества вод.

Фитопланктон. Выявлено высокое таксономическое разнообразие фитопланктона (около 300 видов) с преобладанием зеленых, диатомовых водорослей и цианобактерий. Фитоценозы отличались богатством видов в течение всего вегетационного сезона, в среднем 38–55 таксонов в пробе. Наблюдалось снижение альфа-разнообразия от апреля к июню и, далее, рост с наибольшими величинами в сентябре и снижением в октябре до раннелетних значений.

В конце 1990-х гг. весной количественно преобладали диатомовые, в летне-осеннем сезоне их вклад в биомассу фитопланктона снижался за счет вегетации цианобактерий, особенно на участке от места слияния Новой и Старой Преголи до устья, подверженном затопу вод Вислинского залива, обогащенных мелкоклеточной фракцией хроококковых форм. Всего обнаружено 18 доминантных видов, более половины из которых относилось к диатомовым. В июле 2011 г. наряду с обычными для конца 1990-х гг. руководящими видами центральных диатомей и криптонад, биомассу фитопланктона реки определяли потенциально токсичные цианобактерии *Planktothrix agardhii* и виды рода *Microcystis*, в основном *M. aeruginosa*, *M. viridis*. Суммарная численность и биомасса микроводорослей в нижнем течении реки варьировали в широких пределах — крайние величины различались более чем в 1400 раз. Большой размах величин характерен и для сезонных количественных показателей, что отражает гетерогенность условий обитания альгофлоры в экосистеме р. Преголи. Наибольшего развития фитопланктон достигал в позднелетний период и реже в сентябре, наименьшего — в осенние месяцы (медиана биомассы 1000 и 500 мг/м³ соответственно). Ход сезонного развития фитопланктона р. Преголи в период исследования описывается одновершинной кривой, с пиком в июле. Участок реки от места слияния Новой и Старой Преголи до устья весь вегетационный период характеризовался наиболее высоким видовым разнообразием как цианобактерий, так и фитоценозов в целом и наиболее высокими показателями обилия фитопланктона.

Величина первичной продукции фитопланктона Новой и Старой Преголи была сходной — 748 и 875 ккал/м² × год и соответствовала верхней границе мезотрофии (300–1000 ккал/м² × год) (Методические ..., 1993). Наибольшая величина сезонного Р/В-коэффициента отмечена для весеннего (80) и осеннего периода (83) для Старой и Новой Преголи соответственно.

Зоопланктон р. Преголя представлен 109 видами и таксонами выше видового ранга. По численности и биомассе преобладали веслоногие ракообразные, что характерно для медленнотекущих равнинных малых рек (Крылов, 2005). В группе доминирующих видов отмечены преимущественно α - β и β - α -мезосапробы. Видовое богатство зоопланктона выше в прибрежной части реки, где сформированы различные ассоциации водных растений. Встречаемость видов на разных участках реки в значительной мере обусловлена гидрологическими условиями — нагонными явлениями, степенью выраженности прибрежного биотопа и разной степенью загрязненности участков реки.

Распределение зоопланктона по продольному профилю реки характеризовалось большей плотностью в рипапи, где низкие скорости течения, и невысокой — в медиальной, более проточной части реки, что характерно для медленнотекущих равнинных рек. На участке реки от устья до слияния рукавов существен вклад в численность и биомассу видов, обитающих в солоновато-водном Вислинском заливе — веслоногих ракообразных *Eurytemora affinis* и видов р. *Acartia*. В осенний период возрастает частота и интенсивность нагонов, и рачки из залива в этот период вносят основной вклад в численность и биомассу зоопланктона в нижних 17 км течения реки.

Сезонная динамика численности и биомассы зоопланктона характеризовалась ростом показателей в весенний период и максимальными величинами летом в июле и августе. Пик численности в июле (130±110 тыс. экз. м⁻³) обусловлен группой коловраток, а пик биомассы в августе (958±788 мг*м⁻³) — планктонными ракообразными. Основной вклад в продукцию зоопланктона на разных участках р. Преголя вносили мирные зоопланктеры (78–98%). Продукция за вегетационный сезон мирного зоопланктона в прибрежье реки составляла 5.8 ккал. м⁻³; в медиали — 8.1 ккал. м⁻³; суммарная продукция хищного планктона — 1.3 ккал. м⁻³ и 0.2 ккал. м⁻³ соответственно.

Количественное развитие зоопланктона нижнего течения р. Преголя не превышало соответствующие показатели в Вислинском заливе (Науменко, 2007) и Калининградском морском канале (Полунина, Терехова, 2010) и было сопоставимо с показателями зоопланктона средних и малых рек Северо-Западного региона (Крылов, 2005).

Макрозообентос. Общее видовое богатство донных беспозвоночных довольно высоко — более чем 150 таксонов видового уровня, относящихся к 23 таксонам высокого ранга. Наиболее разнообразны представители групп олигохет (34), двусторчатых (25) и брюхоногих моллюсков (29), личинок двукрылых (17).

Облик донной фауны характерен для пресных водоемов умеренной зоны северного полушария и не имеет выраженного чужеродного фаунистического компонента, преобладают аборигенные виды. Исключением является моллюск *Dreissena polymorpha*, который во многих участках русла играет определяющую роль в сообществах. Среди чужеродных видов бентоса отмечено 7 видов высших раков, в основном, представителей понто-каспийского фаунистического комплекса, однако они не вносят, в отличие от дрейссены существенного вклада в количественные показатели донной фауны.

В отличие от многих мелких и более быстротекущих рек, в зообентосе р. Преголя большое значение принадлежит моллюскам, имеющим довольно разнообразный видовой состав. Однако при относительно большом видовом разнообразии массовое развитие получают немногие виды, состав которых определяется спецификой участка реки, — это преимущественно моллюски родов *Unio*, *Dreissena*, *Viviparus*, *Valvata*, отдельные виды лимнейд, сфериид и пизидий.

Расчет продукции зообентоса на рукавах Старая и Новая Преголя на расстоянии 16–18 км от устья, показал, что продукция выше в прибрежных биотопах, где отмечено преобладание дрейссеновых сообществ; медиаль менее продуктивна и характеризуется большим развитием олигохет. Показатели продуктивности за вегетационный сезон в целом достаточно высоки, и обеспечивают хорошую кормовую базу для бентосоядных рыб. Продукция зообентоса сопоставима со средними значениями продукции, известными для малых рек и водоемов Европейской части России.

Распределение видового богатства зообентоса вдоль русла крайне неравномерно. По мере приближения к устью происходит значительное обеднение видового состава сообществ зообентоса. Это изменение донных сообществ вдоль русла определяется совокупным действием природных и антропогенных факторов, среди которых наибольшее значение имеют соленость воды, химическое загрязнение, высокое содержание биогенов и сгонно-нагонный характер гидрологического режима.

Некоторые участки дна в пределах городского течения реки и сегодня лишены макробентосных организмов, однако, в предыдущие десятилетия этим характеризовалось почти все русло реки в пределах г. Калининграда.

Количественные показатели макрозообентоса изученного участка варьируют в широких пределах и характеризуются неравномерностью пространственного распределения. Средняя численность изменяется от 400 до 5000 экз./м²: максимальна в прибрежной зоне незагрязненных верхних участков, снижается до 3300 в прибрежье Новой и Старой Преголи и падает до 400 экз./м² в участке нижнего течения после слияния рукавов.

Пределы варьирования средней биомассы (по летним данным), — 0.72–304 г/м², макс. — 2785 г/м². Аналогично численности, биомасса максимальна в рипали среднего течения, снижается вполтину в прибрежье Новой и Старой Преголи и падает до долей грамма и первых граммов в участке нижнего течения после слияния рукавов. В медиали, за исключением нижних 12 км течения, средняя биомасса достигает высоких значений — 9.0–83.0 г/м². С 1998 г. наблюдается достоверный рост средней биомассы и численности бентоса Преголи, в т.ч. и в самой загрязненной части реки: с 0.34 г/м² и 60 экз./м² (1995 г.) до 6.13 г/м² и 3759 экз./м² (2000 г.). Показатели продуктивности за вегетационный сезон в целом достаточно высоки и сопоставимы с таковыми для малых рек и водоемов Европейской части России.

Продукция зообентоса за вегетационный период на исследованных станциях варьировала от 20.1 до 595.0 кДж/м². Значения Р/В коэффициентов за период вегетации — от 3.42 до 4.46. В многолетнем аспекте отмечено восстановление донной биоты реки в нижнем, наиболее загрязненном участке Преголи.

Ихтиофауна р. Преголя представлена набором бореальных видов рыб, обычных для рек Прибалтики. В прошлом веке ихтиофауна состояла из 35 (Алексеев, 1969) — 37 видов (Хлопников и др., 1998). Загрязнение неочищенными канализационными стоками нижнего течения реки с начала XX века стало своеобразным барьером и препятствовало миграциям рыб. Ситуация стала меняться в середине 90-х годов, когда в результате закрытия ряда промышленных предприятий и уменьшения сбросов загрязненных стоков в реку, миграционные пути рыб восстановились. Современная ихтиофауна реки насчитывает 39 видов рыб и рыбообразных. Из них в нижнем течении обитает 36 видов: массовых видов — 2, обычных видов — 7, редких — 27 видов (определенных по встречаемости). Ихтиофауна среднего течения р. Преголя включает 35 вид рыб и рыбообразных: массовых видов — 2, обычных видов — 13, редких — 20 видов. Ихтиофауна верхнего течения р. Преголя включает 27 вид рыб и рыбообразных. Их них массовых видов — 4; обычных видов — 11; редких — 12 видов. Ведущая экологическая группа ихтиофауны р. Преголя — бентофаги: плотва, лещ, жерех, линь, пескарь, густера, карась серебряный, щиповка, ерш. Вторую по значению группу составляют хищники: окунь, судак, щука, голавль, сом, налим, лосось. Третья группа — эврифаги: линь, синец, карась золотой, колюшка трехиглая, колюшка девятииглая. Растительноядные виды представлены красноперкой и подустом. Корюшка — единственный представитель рыб-планктофагов. В последнее десятилетие, наблюдается положительный тренд развития и состояния ихтиофауны.

Заключение. Данные по санитарному состоянию р. Преголя в нижнем течении за последние 100 лет свидетельствуют о значительном изменении ее состояния. Для периода с 1946 по 1982 гг. экологическую ситуацию в нижнем течении можно охарактеризовать как тяжелую. С середины 90-х годов XX века началось падение объемов производства и, как следствие, уменьшение загрязнения реки промышленными стоками (Об экологической ...), что положительно сказалось на процессах самоочищения и самовосстановления речной экосистемы в целом.

Сравнение данных за 1982, 1990–1992 и 1995–1998 гг. демонстрирует постепенное обеднение речных сообществ планктона и бентоса к 1995 г., что объясняется химическим загрязнением и антропогенным эвтрофированием. Начиная с 1997 г. на фоне сокращения промышленного и сельскохозяйственного производства, отмечено резкое увеличение количественных характеристик и качественного разнообразия водных биологических сообществ.

В настоящее время, несмотря на остающийся значительный уровень загрязнения вод р. Преголи муниципальными стоками, биота реки в нижнем течении находится в наилучшем состоянии из когда-либо зафиксированных в научной печати.

Список литературы

- Алексеев Н.И., Пробатов А.Н. Зоогеографический очерк пресноводной ихтиофауны Калининградской области // Тр. Калинингр. Технич. Ин-т рыбной промышленности и хозяйства. Калининград, 1969. Вып. 24. С. 7–16.
- Балуикина Е.В., Винберг Г.Г. Зависимость между массой и длиной тела у планктонных ракообразных // Общие основы изучения водных экосистем. Л.: Наука, 1979. С.169–172.
- Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения. Л., 1981. 278 с.
- Крылов А.В. Зоопланктон равнинных малых рек. М.: Наука, 2005. 263 с.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресных водоемах. Зоопланктон и его продукция / Под ред. А.А.Салазкина, М.Б. Ивановой, В.А.Огородникова. Л.:Гос. НИОРХ, 1984. 33 с.
- Науменко Е.Н. Зоопланктон Вислинского залива. Калининград: КГТУ. 2007. 169 с.
- Об экологической обстановке в Калининградской области в 2009–2012 гг.: мат-лы для Гос. докл. «О состоянии и об охране окружающей среды в РФ в 2009–2012 гг.» [Электронный ресурс] URL: <http://www.mnr.gov.ru>
- Полунина Ю.Ю., Терехова Т.А. Особенности зоопланктона лотической системы «река Преголя — Калининградский морской канал (КМК)» // Известия Калининградского государственного технического университета. 2010, № 17. С. 25–29.
- Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. В.А. Абакумова. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 318 с.
- Салазкин А.А., Алимов А.Ф., Финогенова Н.П., Винберг Г.Г. Зообентос и его продукция: методические рекомендации по сбору и обработке материала при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Л.: ЗИН АН СССР, ГОС-НИОРХ, 1983. 52 с.
- Хлопников М.М., Кейда М.Э., Карасева Е.М. и др. Оценка современного состояния разнообразия ихтиофауны основных водоемов Калининградской области // Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в Балтийском море в 1996–1997 годах. Калининград: Изд-во АтлантНИРО, 1998. С. 129–152.

ИССЛЕДОВАНИЕ МАКРОФИТОВ РЕКИ ЛИЧК (АРМЕНИЯ)

Э. В. Епремян

Научный центр зоологии и гидроэкологии НАН РА, ул. П. Севака 7, 0014 Ереван, Армения, e-mail: ehermine2000@yahoo.com

Исследован состав макрофитной растительности р. Личк — одного из главных притоков оз. Севан. По полученным результатам оценен уровень загрязнения реки. Исток реки был оценен как олигосапробная зона (качество воды — относительно чистый), а в устье — β-мезосапробная зона (качество воды — умеренно-загрязненный).

Ключевые слова: макрофиты, обилие, биоиндикация, сапробный индекс.

THE INVESTIGATION OF MACROPHYTES OF RIVER LICHQ (ARMENIA)

H. V. Yepremyan

Scientific Centre of Zoology and Hydroecology of NAS RA,
7 Paruyr Sevak st., 0014 Yerevan, Armenia, e-mail: ehermine2000@yahoo.com

It has been explored the macrophyte composition of the river Lichk, one of the main tributaries flowing into Lake Sevan. Based on these results the level of river pollution has been estimated. The source of the river has been rated as a oligosaprobic zone “good quality”, but at the mouth of the river it was β-mesosaprobic “moderately polluted”.

Keywords: macrophytes, abundance, bioindication, saprobic index.

Одним из фундаментальных направлений современных исследований водных экосистем является оценка биоразнообразия, выявление структурных и динамических особенностей растительных сообществ. Антропогенная нагрузка на эти водные объекты с каждым годом возрастает, что приводит к ухудшению их экологического состояния. Способность водной растительности к накоплению и использованию этих веществ (прежде всего фосфора и азота) делает их активными участниками процесса самоочищения природных вод [5].

Высшие водные растения также являются неотъемлемым средообразующим компонентом водных экосистем, поскольку относятся к автотрофным организмам, создающим первичную пищевую продукцию в результате своей фотосинтетической деятельности. Именно поэтому водные растения играют ведущую роль в функционировании гидроэкосистем и во многом обуславливают структуру биотического сообщества водоема.

Сообщества гидрофитов играют существенную роль в жизни зоопланктона, зообентоса и других водных организмов: в их плотных зарослях формируются благоприятные температурные условия и газовый режим, способствующие размножению, интенсивному росту животных.

Важно отметить, что в последние годы во многих странах Европы внедряется Водная-Рамочная Директива ЕС, в соответствии с которой проводятся широкомасштабные исследования водотоков. Видовой состав и структурные характеристики макрофитов рекомендованы к применению для оценки экологического состояния рек.

Целью данной работы является оценка современного экологического состояния реки Личк на основе структурных характеристик сообществ макрофитов и возможности их использования для биоиндикационной оценки экологического состояния реки.

Для реализации поставленной цели решались следующие задачи:

1. Определение видов растений прибрежной зоны р. Личк;
2. Проведение таксономического и экологического анализа прибрежно-водной флоры;
3. Изучение распространения индикаторных видов водной растительности р. Личк;
4. Определение качества воды по сапробности, с использованием биоиндикации по прибрежно-водной растительности.

Материал и методика. Объектом исследования является р. Личк, которая расположена в юго-западной части бассейна оз. Севан. Река формируется благодаря многочисленным родникам, которые находятся в с. Личк. Длина реки составляет 8 км.

Материалом для данной статьи послужили исследования водной растительности р. Личк, проведенные в июле–августе 2011–2014 гг. Были исследованы верхнее и нижнее течения реки.

При описании фитоценозов использовались стандартные методики [2]. В наиболее характерных местах изучаемого сообщества с однородными экологическими условиями для отбора проб были выбраны пробные площади размером 100 м². На каждую пробную площадь составлялось геоботаническое описание, в котором отражались дата, местонахождение, флористический состав, проективное покрытие, их сырая биомасса, экологические особенности среды (тип грунта и температура воды), обилие макрофитов по шкале Друде: 6 (растения обильны); 5 (растений очень много); 4 (растений много); 3 (растений довольно много); 2 (растения в небольших количествах); 1 (растения единичны). Для оценки степени антропогенного загрязнения в исследуемых участках водотока был проведен сравнительный анализ флористической общности видового состава фитоценозов с использованием коэффициентов Чекановского–Сьеренсена [1]. Индексы сапробности индикаторных видов даны по V. Sladeczek (1963) и К.А. Кокин (1982) [4].

Результаты и обсуждение. Несмотря на небольшую длину реки, на ее разных участках проявляется богатое видовое разнообразие водных растений. На участке истока реки, из нескольких родников было образовано маленькое озеро, где температура воды 6–8°C. Проективное покрытие макрофитов составляла приблизительно 20–25%, грунт был представлен илом, мелкой галькой и песком. Доминирующим видом являлась *Veronica anagallis-aquatica* L. (сем. Scrophulariaceae), ее обилие по шкале Друде оценивалось 5 баллов. Вид образовал монодоминантные группировки. В воде глубина распространения вида составила 82–90 см. Сырая биомасса составила 3.140 кг/м². *Veronica anagallis-aquatica* предпочитает чистую проточную воду, не загрязненную промышленными стоками. Вид весьма морозостойкий и выживает даже при образовании льда.

На данном участке реки в прибрежной зоне также были выявлены гелофитные виды: *Bidens tripartite* L. (сем. Asteraceae), обилия — 4, *Catabrosa aquatica* (L.) Beauv. (сем. Poaceae) — 4, *Polygonum hydropiper* L. (сем. Polygonaceae) — 3, *Epilobium hirsutum* L. (сем. Onagraceae) — 3, *Myosotis palustris* (L.) L. (сем. Boraginaceae) — 3, *Mentha caucasica* Gand. (сем. Lamiaceae) — 4. Все выше перечисленные виды являются β-мезосапробными, за исключением вида *Bidens tripartite*, который считается 0–β-мезосапробным видом и имеет сапробный индекс 1.4 [4].

На участке реки, который находится на расстоянии около 500–600 м от истока видовой состав макрофитов был резко изменен, что, вероятно, является результатом изменения русла реки, грунта, температуры воды и скорости течения. Для большинства видов речных макрофитов оптимальными являются скорости течения от 0.2 до 0.5 м/сек, а скорости превышающие 0.7 м/сек являются лимитирующим фактором [2]. На данном участке реки температура воды составляла в среднем 12°C, грунт — 80% песок и 20% галька, скорость течения — 0.4 м/с. Здесь выявлен монодоминантный вид *Batrachium kaufmannii* (сем. Ranunculaceae). Глубина распространения вида 20–26 см, проективное покрытие составило 30%, обилие — 5. А доминирующий в истоке реки вид *Veronica anagallis-aquatica* на этом участке имел очень маленькую частоту встречаемости и обилие — 2.

Нижнее течение реки подвержено антропогенному воздействию. Река Личк до устья протекает через лес и с. Личк, а ниже находится источник минеральной воды впадающий в реку. Все эти факторы способствуют формированию специфического видового состава и биомассы макрофитов. В устье реки, по сравнению с предыдущим участком, русло расширялось и значительно изменялся видовой состав водных растений. Здесь наблюдалось влияние озера, так как, были отмечены такие виды, которые предпочитают участки с медленным течением, заиленный грунт и сравнительно большое количество органических веществ. В этой части реки проективное покрытие макрофитов составило 50%.

Большую роль играл *Batrachium kaufmannii*, формирующий пятнистые сообщества до 15 м² (обилия — 5), сырая биомасса которого составила 4500 г/м². Помимо батрахиды, доминирующей в среднем течении, в устье реки также были выявлены виды *Myriophyllum spicatum* L. (сем. Haloragaceae — β мезосапробный, обилия — 4, биомасса — 3300 г/м², сапробный индекс 1.8.), *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützing (сем. Cladophoraceae, β-мезосапробный, обилия — 3, сапробный индекс — 1.65). Индекс сапробности возрастал от 1.8 до 2.0 за счет появления α-мезосапробных, гидрофитных видов *Potamogeton crispus* L. (сем. Potamogetonaceae, образует подводные заросли, обилие — 2, биомасса — 1400 г/м²) и *P. pectinatus* (обилие — 4, биомасса — 2300 г/м²). Вдоль береговой линии были выявлены скопления *Lemna minor* (сем. Araceae, обилие — 4, сырая биомасса — 800 г/м², сапробный индекс — 2.25). Локальное интенсивное развитие рясковых указывает на поступления биогенных веществ в водоём [4].

В августе 2014 г. в гидрофильном комплексе устья реки доминировал *Enteromorpha* sp. (сем. Ulvaceae) из зеленых водорослей, характерный для загрязненных вод. Он образует полосы и пятнистые сообщества площадью от 13 до 25 м.

От береговой линии в глубь суши в соответствии с изменением почвенно-грунтовых условий из гелофитов обнаружены следующие типы растительности: заросли тростника — *Phragmites australis* (Gav.) Trin ex Steud. (сем. Poaceae), который образует чистые густые заросли (обилия — 4), а, также является содоминантом в смешанных с рогозом зарослях (*Typha angustifolia* L. обилия — 4, *Sparganium erectum* (сем. Typhaceae) — 3, *Veronica anagallis-aquatica* L., обилия — 1. *Bidens tripartite* L. — 1, *Catabrosa aquatica* (L.) Beauv. — 2, *Epilobium hirsutum* L. — 2).

Расчеты показали, что более высоким разнообразием макрофитов отличалось устье р. Личк. Степень видового сходства по индексу Серенсена-Чекановского всей флоры изученных участков р. Личк была равна 0.47.

Таким образом, в ходе исследований в составе водных и прибрежно-водных сообществ обнаружено 17 видов макрофитов, из них: цветковые растения — 15 видов и зеленые водоросли — 2 вида. В общем были зарегистрированы растения из 15 семейств.



Фото 1. Сообщество *Veronica anagallis-aquatica* - Исток р. Личк. Фото Э.В. Епремян, 04.08.2014.



Фото 2. Устье р. Личк с хорошо развитыми макрофитами Фото Э.В. Епремян, 04.08.2014.

Как известно, биогены в определенных количествах стимулируют развитие водных растений, поэтому повышение видового разнообразия в устье реки можно объяснить наличием органических стоков.

Сравнительный анализ прибрежно-водной флоры р. Личк в верхнем течении и в устье реки выявил существенное различие в видовом составе растений (коэффициент видового сходства — 0.47).

В результате проведенных исследований была определена степень загрязнения двух участков р. Личк. В устье реки эвтрофирование выражено более ярко, что связано с антропогенным воздействием (загрязнение русла в районе села бытовыми и сельскохозяйственными сточными водами). Выяснилось, что исток реки относительно чистый, по значениям сапробности индикаторных видов качество воды этого участка соответствует

олигосапробным (1.5) зонам. А после с. Личк река умеренно загрязнена: качество воды этого участка соответствует β-мезосапробным (2.5) зонам.

Список литературы

1. Дулепов В.И., Лескова О.А., Майоров И.С. Системная экология. Учебное пособие. Владивосток: ВГУЭС, 2004. 252 с.
2. Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Л.: Наука, 1981. 187с.
3. Садчиков А.П., Кудряшов М.А. Экология прибрежно-водная растительности. (учебное пособие для студентов ВУЗов). М.: Из-во НИА-Природа, РФИА, 2004. 220 с.
4. Садчиков А.П., Кудряшов М.А. Гидробиотика: Прибрежно-водная растительность: Учебное пособие для студ.ВУЗов. М.: Издательский центр «Академия», 2005. 240 с.

УДК 574.632

СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЭКОСИСТЕМ МАЛЫХ РЕК СРЕДНЕГО УРАЛА В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОЙ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Т. В. Еремкина, Н. Б. Климова, В. Г. Симонова, А. Е. Трифонов, Н. В. Чечулина

Уральский филиал ФГУП «Госрыбцентр», 620086, г. Екатеринбург, ул. Ясная, 1, корп. 6, tver60@mail.ru

Обобщены данные комплексных исследований малых рек Среднего Урала. В работе впервые приводятся данные по гидрохимическому режиму, видовому составу фито- и зоопланктона, зообентоса и результаты оценки токсичности вод малых рек бассейна р. Тагил.

Ключевые слова: малые реки, качество воды, фитопланктон, зоопланктон, зообентос, токсичность.

Summarized data of comprehensive studies of small rivers of the Middle Ural. For the first time data on hydrochemical regime, species composition of phytoplankton and zooplankton, zoobenthos and the results of evaluation of toxicity of the waters of small rivers basin of r. Tagil.

Keywords: small rivers, quality of water, phytoplankton, zooplankton, zoobenthos, toxicity.

Малые реки составляют подавляющее большинство водотоков Свердловской области (94%). Их интенсивное использование началось еще в конце XVIII в. и было связано с развитием горнорудной промышленно-сти и сопровождалось антропогенным изменением ландшафтов малых водосборов, что привело к трансформации пресноводных экосистем. В то же время реки являются наименее изученными из водных объектов Уральского региона (Ярушина и др., 2004; Еремкина, Ярушина, 2006). Целенаправленные комплексные исследования таких водотоков на Среднем Урале единичны.

Влияние антропогенных факторов на структуру и функционирование экосистем малых рек Леба, Большая и Малая Кушва, Вязовка, Лебяжий Лог, Сухая Ольховка, Проказница, Березовка, Чернушка, Барневка (Свердловская область, бассейн р. Тагил, Обь-Иртышский бассейн) исследовалось в 2006–2012 гг. Реки Березовка, Чернушка, Барневка находятся в зоне деятельности ОАО «Корпорация ВСМПО – АВИСМА» (г. Верхняя Салда), остальные водотоки расположены в зоне влияния ОАО «Нижнетагильский металлургический комбинат» (ОАО «ЕВРАЗ НТМК», г. Нижний Тагил).

Отбор проб для химического анализа, их транспортировку и хранение проводили в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51592-2000. При отборе проб на каждой станции оценивали морфометрические и гидрологические характеристики водотока (ширину русла, глубину, скорость течения, расход воды), измеряли температуру воды, содержание растворенного кислорода и ее прозрачность по диску Секки. Химический анализ проб воды проводился в аккредитованной лаборатории ООО НПП «Эксорб» (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.510905). Водотоки исследовались в разные сезоны в течение года (зима, весна, лето, осень). Сбор и обработку проб гидробиологического материала производили по общепринятым методам (Методика ..., 1975; Методические указания ..., 1981, 1983, 1984; Руководство ..., 1983). Для идентификации гидробионтов использовались отечественные и зарубежные определители. Острую и хроническую токсичность оценивали с использованием тест-объекта *Daphnia magna* Straus.

Комплексное обследование состояния водотоков показало, что большинство рек, принимающих сточные воды, претерпело значительные изменения с развитием промышленных предприятий. Антропогенное воздействие проявляется, прежде всего, в изменениях гидрологического режима, часто имеющих необратимый характер. Сооружение прудов различного назначения и зарегулирование стока рек Вязовка, М. Кушва, Сухая Ольховка, Березовка, Чернушка и Барневка препятствует миграциям рыб. За счет поступления сточных вод различного происхождения (промышленных, хозяйственно-бытовых, ливневых) наблюдается увеличение расходов воды и скоростей течения. Так, в настоящее время расход воды в р. Березовка практически полностью формируется поступающими сточными водами, расход которых может превышать естественный средний годовой расход реки для маловодного года в 80 раз. Основную часть расхода воды в р. Чернушка, не имевшей ранее в меженный период естественного стока, формируют сточные воды. В результате термического загрязнения не происходит замерзания водотоков в зимнее время (р. Березовка).

Для естественного состояния малых рек Уральского региона характерны пресные, среднеминерализованные, мягкие, по водородному показателю нормальные воды гидрокарбонатного класса кальциевой группы (р. Проказница). Загрязнение водотоков ливневыми и поверхностными стоками (рек Леба, Б. Кушва) проявляется в увеличении общей жесткости воды (4.0–4.4°Ж), концентраций нитритов (0.05–0.07 мг/дм³) и нитратов (1.0–5.2 мг/дм³), цветности (28–82 град. цветности). Под влиянием промышленных стоков происходит измене-

ние химического состава воды. Так, в р. М. Кушва за период исследований естественный гидрокарбонатный класс воды кальциевой группы, характерный для верховьев реки, в средней и устьевой ее части изменялся на хлоридный класс натриевой группы. Вода в реке соответствовала III классу качества (умеренно грязная). Значение БПК₅ в устье р. М. Кушва (0.48 мгО₂/дм³) ниже, чем в р. Проказница (0.55 мгО₂/дм³), что свидетельствует о подавлении деятельности микробного сообщества в реке и проявлении токсического эффекта поступающих в водоток сточных вод, содержащих медь, цинк, марганец, фториды на уровне 0.01 мг/дм³, 0.05 мг/дм³, 0.02 мг/дм³, 4.77 мг/дм³ соответственно. В р. Вязовка ионная структура воды также изменялась от верховий к устью: в верховьях вода относилась к сульфатному классу натриевой группы, после выпуска дренажных вод — хлоридному классу натриевой группы, после дополнительного сброса хозяйственно-бытовых и промышленно-ливневых сточных вод в устьевой части — сульфатному классу кальциевой группы. Неоднородность химического состава воды и ее принципиальное отличие от естественного фонового ионного состава свидетельствуют о существенном изменении природного гидрохимического режима водотока в условиях интенсивной хозяйственной деятельности на площади водосбора. На всем протяжении русла отмечено превышение значений ПДК для рыбохозяйственных водоемов по сульфатам, хлоридам, нефтепродуктам, фенолам, железу, меди, цинку, марганцу. Максимальное превышение было выявлено по ванадию и составило 46.0 ПДК_{р/х}. Изменение гидрохимического режима р. Сухая Ольховка вызвано загрязнением подотвальными водами золошлаковых отвалов: выше отвалов вода по соотношению ионов хлоридного класса кальциевой группы, что не соответствует естественному состоянию водотока, расположенного в бассейне р. Тагил (Водные ресурсы ..., 2004), ниже отвалов — сульфатного класса натриевой группы, что характерно для состава промышленных сточных вод. Водородный показатель (рН) достигал 10.8 ед., содержание ионов аммония — 0.92 мг/дм³, нитритов — 0.73 мг/дм³. Содержание меди (0.01 мг/дм³), натрия (854 мг/дм³), сульфатов (1500 мг/дм³) и фторидов (3.3 мг/дм³) существенно превышало ПДК_{р/х}. В р. Барневка при повышенном содержании железа в воде водородный показатель в отдельные периоды снижался до 6.4 ед., что является опасным фактором для ихтиофауны.

Таксономический состав фитопланктона и его продукционные характеристики в исследуемых водотоках имели свои особенности и в значительной степени определялись степенью антропогенного воздействия на конкретную экосистему. Наименьшее число таксонов отмечено в р. Проказница (18). Особенностью таксономической структуры этой реки является диатомовый состав фитопланктона (77.8%) с невысоким уровнем видового богатства в целом, что характерно для биоценозов небольших водотоков с естественной сукцессией (Баринова и др., 2006). Значительным таксономическим разнообразием водорослей отличались реки Б. Кушва и Вязовка (105 и 113 таксонов соответственно), принимающие ливневые и хозяйственно-бытовые сточные воды. В целом видовой состав фитопланктона исследуемых водотоков был довольно разнообразен и представлен 258 видами, разновидностями и формами водорослей из 7 отделов. По видовому богатству первое место занимали зеленые водоросли, второе — диатомовые, на третьей позиции — синезеленые. Довольно разнообразны эвгленовые, в то время как число таксонов золотистых, криптофитовых и динофитовых водорослей невелико. Численность фитопланктона в исследуемых водотоках изменялась от 0.4 до 34.7 млн. кл/л, биомасса — от 0.19 до 39.46 мг/л. Минимальная численность отмечена в р. Проказница, биомасса — в устье р. М. Кушва, максимальные величины продукционных показателей наблюдались в р. Вязовка после выпуска хозяйственно-бытовых сточных вод. Состав доминирующих комплексов различных водотоков и отдельных их участков соответствовал характеру загрязнения. Так, в р. Леба по численности и биомассе в состав доминирующего комплекса входили зеленые (*Pandorina morum* (O.F. Müll.) Bory), синезеленые (*Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs) и диатомовые водоросли (*Melosira varians* Ag.) — индикаторы органического загрязнения. Фитопланктон р. Вязовка характеризуется максимальным количеством видов-индикаторов крайней степени сапробности (органического загрязнения) из всех исследуемых водотоков в бассейне р. Тагил. Виды β-, β-α-, α-мезосапробы и полисапробы составляют подавляющее большинство видов-индикаторов сапробности: от 40.0% в верховьях реки до 54.8% в ее устьевой части. В структуре планктонного сообщества р. Лебяжий Лог преобладали мелкоклеточные виды диатомовых водорослей рода *Nitzschia* (до 30%) и нитчатая синезеленая *Planktothrix agardhii* (Gom.) Anagn. et Kom., обладающие высокой степенью толерантности к различным видам загрязнений. Резкое изменение структуры альгоценоза р. Сухая Ольховка в полной мере отражает степень воздействия шлаковых отвалов на состояние водной экосистемы. Вдоль русла реки, при поступлении стоков и резком увеличении рН (> 10.0 ед.), происходило снижение количества видов с 22 до 6, а затем, по мере улучшения качества воды, разнообразие водорослей в предустьевой части водотока увеличивалось до 55 таксонов. Основу альгоценоза в данном случае (99.6% по численности и 92.9% по биомассе) составляли нитчатые синезеленые водоросли *P. agardhii* и *Oscillatoria planctonica* Wolosz. in Geitler.

Зоопланктон исследуемых рек представлен типичными для водных объектов умеренной зоны видами. Всего зарегистрировано 52 таксона: коловраток — 12, ветвистоусых — 31, веслоногих ракообразных — 9. Общим для всех водотоков, за исключением р. Б. Кушва, был только один вид — *Bosmina longirostris* (Müller). Наиболее часто встречались *Chydorus sphaericus* (Müller) и *Euchlanis dilatata* (Ehr.). В большинстве исследуемых водотоках уровень развития зоопланктона был низким, а на участке р. Березовка после выпуска сточных вод с высоким содержанием фторидов и титана в октябре и июне отмечено полное отсутствие организмов. Численность зоопланктона варьировала в широких пределах в зависимости от климатических и экологических условий от 80 экз./м³ (р. Березовка) до 976 000 экз./м³ (р. Чернушка). Биомасса изменялась от 0.16 мг/м³ (р. Березовка) до 6.0 г/м³ (р. Чернушка). Влияние промышленных сточных вод выражалось в резком снижении

видового богатства, общей численности и биомассы (до 5 раз) организмов (р. Сухая Ольховка). Наиболее изменены и загрязнены по результатам изучения зоопланктона реки М. Кушва, Вязовка и Сухая Ольховка.

В составе макрозообентоса установлено 44 вида из 11 групп. В условиях загрязнения донных отложений нефтепродуктами (верховья рр. Вязовка, Сухая Ольховка, нижнее течение р. Барневка) организмов зообентоса не обнаружено. Из населяющих водоток беспозвоночных в верховьях р. Сухая Ольховка были выявлены лишь личинки кровососущих комаров рода *Aedes* и единичные особи имаго жука-плавунца. После шлаковых отвалов донные отложения р. Сухая Ольховка представлены сильно минерализованной глиной, покрытой твердой коркой солей, и непригодны для обитания донных животных. Донная фауна в этой части реки отсутствует. Максимальное разнообразие донной фауны (28 видов) выявлено в р. Проказница. Численность зообентоса варьировала в диапазоне (10–4680) экз./м², биомасса — от 0.006 до 38.40 г/м². Особенностью сезонной динамики биомассы бентоса исследуемых водотоков является повышение этого показателя в зимний сезон относительно осени, и его увеличение в период вегетации, что характерно для малых рек и ручьев (Шубина, 2006). Максимальные значения индекса Шеннона (3.3) и биотического индекса Вудивисса (8.0) получены для р. Проказница, что позволяет охарактеризовать этот водоток как «чистый». Для большинства исследуемых водотоков значения индекса Шеннона невелики (0.08–1.9), для структуры сообществ характерно доминирование животных, относящихся к одной трофической группировке (62.0–96.0%). Так, в р. М. Кушва после пруда-отстойника высокой численности достигали полисапробные представители класса малощетинковых червей рода *Limnodrilus*, в устьевой зоне р. Б. Кушва по численности доминировали брюхоногие моллюски из родов *Euglesa*, *Musculium* и *Anisus*, видами-доминантами на разных участках р. Вязовки были пиявки *Erpobdella octoculata*, личинки хирономид *Cricotopus silvestris* и олигохеты рода *Limnodrilus*. В верховьях р. Лебяжий Лог основу биомассы составили α-мезосапробные личинки стрекоз *Somatochlora arctica*. На р. Барневка основу численности составляли хирономиды *Ablabesmyia* gr. *lentiginosa*, плотность которых на некоторых участках достигала 1000 экз./м².

Результаты оценки токсичности показали, что большинство водотоков относится к группе водных объектов с малотоксичными (хронотоксичными) водами, где токсическое действие исследуемой воды проявляется в течение 30 суток в форме гибели, снижении плодовитости тест-объекта и проявлении морфофункциональных отклонений от контроля. Эффект острой токсичности (гибель 50% и более тест-объектов по сравнению с контролем) выявлен только в р. Березовка. В хроническом эксперименте в воде исследуемых рек в опытных вариантах (в отличие от контроля) молодь появлялась только к концу второй декады, и количество ее снижалось в третьей декаде. Хроническая токсичность вод проявлялась также в сокращении количества яиц в выводковых камерах (до 1–2), либо бесплодием большинства самок. В отдельных экспериментах до 75% выживших самок давали потомство, после чего погибали из-за нарушения линьки. Выявлено незначительное отставание (от 2 до 6 дней) по продолжительности периода созревания рачков от контроля. Установлено, что в исследуемых объектах изменение плодовитости значительно варьирует в зависимости от разбавления воды. В р. Барневка, несмотря на высокую плодовитость дафний (до 12 особей родившейся молоди на 1 самку), наблюдалась высокая смертность новорожденной молоди: в течение первых 4–7 суток погибало от 70 до 75% родившихся рачков. В выводковой камере самок присутствовали и яйца, и зародыши. У выживших особей наблюдались явные нарушения линьки: рачки не могли освободиться от старого карапакса и погибали. Нарушение линьки отмечено и у взрослых самок.

Таким образом, комплексные исследования малых рек позволяют выявить источники негативного воздействия на водотоки и их водосборы, и оценить степень антропогенной нагрузки на водные экосистемы.

Список литературы

- Барина С.С., Медведева О.В., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив, 2006. 498 с.
- Водные ресурсы Свердловской области / Под науч. ред. Н. Б. Прохоровой. ФГУП РосНИИВХ. Екатеринбург, 2004. 432 с.
- ГОСТ Р 51592-2000 Вода. Общие требования к отбору проб. М., 2010. 65 с.
- Еремкина Т.В., Ярушина М.И. О состоянии комплексных научных исследований водоемов Челябинской области// Проблемы географии Урала и сопредельных территорий: материалы межрегион. науч.-практ. конф., 20–22 апр. 2006 г. Челябинск, 2006. С. 61–64.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975. 240 с.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Фитопланктон и его продукция / Сост.: Г.М. Лаврентьева, В.В. Бульон. Л., 1981. 32 с.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л., 1984. 34 с.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. Л., 1983. 52 с.
- Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В. А. Абакумова. Л., 1983. 239 с.
- Шубина В.Н. Бентос лососевых рек Урала и Тимана. СПб: Наука, 2006. 416 с.
- Ярушина М.И., Танаева Г.В., Еремкина Т.В. Флора водорослей водоемов Челябинской области. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 308 с.

СОСТОЯНИЕ ЗООПЛАНКТОНА ВОДОТОКОВ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. ЗЕЯ (БАССЕЙН Р. АМУР) ПОСЛЕ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО ПАВОДКА 2013 Г.

Н. И. Ермолаева

*Институт водных и экологических проблем СО РАН, Новосибирский филиал,
Морской просп., 2, Новосибирск 630090 Россия. E-mail: hope@iwep.nsc.ru*

В сборах 2013 г. выявлено 67 видов зоопланктонных организмов: 27 — Rotifera, 21 — Cladocera, 18 — Copepoda. Основной вклад в таксономическое разнообразие веслоногих раков вносят представители Cyclopoida и Harpacticoida. Наблюдавшиеся признаки деградации состава и структуры сообщества соответствовали уровню экологического стресса, но не выходили за пределы адаптационного потенциала экосистем водотоков в целом.

Ключевые слова: зоопланктон, водотоки, паводок, структура сообществ

There are 67 species of zooplankton: 27 — Rotifera, 21 — Cladocera, 18 — Copepoda in the samples collected in 2013. The species of Cyclopoida and Harpacticoida make the main contribution to the taxonomic diversity of the Copepoda. The observing indicators of zooplankton community composition and structure degradation correspond to the environmental stress level, but do not go beyond the adaptive capacity of ecosystems watercourses in general.

Keywords: zooplankton, watercourses, freshet, community structure

Данная работа составляет фрагмент исследований, проводимых в рамках НИР «Восток-Экомониторинг» (государственный контракт №671-8408/12). Позиционный район строящихся объектов космодрома «Восточный» (около 1000 км²) приурочен к Амурско-Зейской равнине, к ее южной части, восточной окраине (Дмитриев и др., 2013). Влияние дренирующих эту территорию водотоков распространяется на 145 км течения р. Зея (11.5% всей ее длины) (Пузанов и др., 2013). В бассейне Амура, расположенном в зоне муссонного климата, летом выпадает до 80–90% годовой суммы осадков ливневого характера. Число подъемов воды на малых и средних реках достигает 10–15 за теплый период. (Богатов, 2003). Наступление максимальных уровней воды, как правило, приходится на август (Алексеев, Пузанов, 2013). Таким образом, пресноводные экосистемы региона часто подвергаются воздействию экстремальных природных явлений (паводки, в том числе катастрофические, промерзание водоемов или русел рек, их обсыхание, биогенная нагрузка при отсутствии выраженного половодья и т.д.), что во многом определяет особенности их структурно-функциональной организации (Богатов, 2003). Обильные дожди в конце августа–начале сентября 2013 г. вызвали подъем уровня и обильный паводок в реках исследуемого бассейна.

С 17 по 25 сентября 2013 г. были проведены исследования зоопланктонного сообщества 11 водотоков (реки Ора, Пёра, Иур, Джатва, Гальчиха, Каменушка и ручьи Иверский, Охотничий, Золотой, Серебряный, Медный), дренирующих территорию строящегося космодрома. Сбор зоопланктона производили путем процеживания 100 л воды через сеть Апштейна с размером ячеек 64 мкм, затем анализировали по стандартным методикам.

Уровень общей минерализации поверхностных вод исследованной территории колебался от 51.05 до 114.38 мг/л. Содержание нитритов менее 0.007 мг/л, нитратов 0.50–0.84 мг/л, аммонийного азота — не более 1.08 мг/л, фосфатов — до 0.28 мг/л (Пузанов и др., 2013).

В рассматриваемых водотоках отмечено три типа зарастания: единичное или сильно фрагментарное в нижнем течении рек Гальчиха и Иур, среднем течении рек Большая Пёра и Джатва; фрагментарное зарастание (характерен для р. Ора, руч. Серебряный и среднего течения р. Каменушка); прибрежно-фрагментарное, которое является характерным для среднего и нижнего течения рек (Зарубина, 2014). Состав водорослей планктона исследованных водотоков бассейна р. Зея в сентябре 2013 г. был очень бедный практически во всех точках отбора за некоторым исключением. Преобладали диатомовые водоросли, как по количеству видов, так и обилию. Максимальная численность фитопланктона при высоком видовом разнообразии отмечена в руч. Медный — 222.4 тыс. кл./л и 16 таксонов, максимальная биомасса при более низком видовом разнообразии в р. Гальчиха — 148.2 мг/м³ и 10 таксонов соответственно (Митрофанова, 2013).

В сборах 2013 г. выявлено 67 видов зоопланктонных организмов: 27 — Rotifera, 21 — Cladocera, 18 — Copepoda (Ермолаева, 2014). Основной вклад в таксономическое разнообразие веслоногих раков вносят представители Cyclopoida и Harpacticoida. Число видов в каждом отдельно взятом водотоке колебалось от 10 до 36. Наименьшее число видов зарегистрировано в ручьях, достаточно монотонных по типам биотопов вдоль всего течения. Реки Ора, Пёра и Джатва оказались схожими по числу видов зоопланктона и по видовому составу в целом. Реки Каменушка, Гальчиха и Иур отличались большим количеством различных биотопов и, как следствие, наиболее разнообразным видовым составом зоопланктона. Основу зоопланктонного сообщества во всех реках и ручьях составляли, как правило, эврибионтные виды.

Фаунистическое сходство зоопланктонного сообщества исследованных озёр проиллюстрировано на рис. 1 матрицей мер включения видового состава зоопланктона водотоков. Почти полная связность графа при 60% пороге значимости мер включения свидетельствует о значительном сходстве видового состава зоопланктона исследованных водотоков (рис. 1). Сообщества р. Иур и р. Гальчиха включают в себя виды, как правило, эврибионтные, встречающиеся во всех других реках и ручьях. Они же отличаются наибольшим видовым разнообразием. Наиболее обедненный и своеобразный видовой состав зоопланктона, с преобладанием Cyclopoida и Harpacticoida, отмечен в ручье Серебряном.

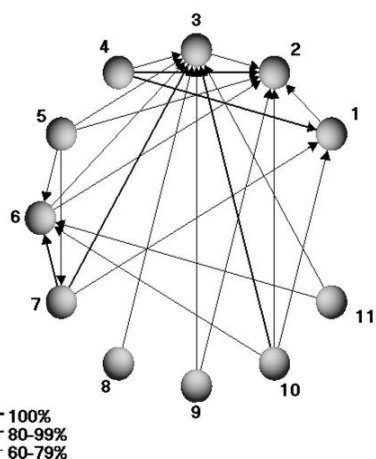


Рис. 1 Ориентированный мультиграф ($\Delta \geq 60\%$) на множестве мер включения видового состава зоопланктона водотоков нижнего течения р. Зeya в сентябре 2013 г. (1 — р. Каменушка, 2 — р. Гальчиха, 3 — р. Иур, 4 — руч. Иверский, 5 — руч. Охотничий, 6 — р. Ора, 7 — руч. Золотой, 8 — руч. Серебряный, 9 — руч. Медный, 10 — р. Пёра, 11 — р. Джатва).

доцерно-копеподный. В среднем и нижнем течении реки происходило снижение количественных показателей зоопланктона за счет повышения глубин, ускорения течения и снижения степени зарастания русла. По-прежнему отмечалось монодоминантное сообщество с доминированием *Ch. sphaericus* (27–53%). Отмечено значительное количество Harpacticoidae (табл. 1). В устье реки отмечался подпор р. Зeya. На этом участке отмечено 22 вида: эврибионты, фитофильные формы и реофилы, характерные для крупных водотоков. Основу сообщества составляли коловратки, науплии циклопов и мелкие *Ch. sphaericus*. По численности тип сообщества ротаторно-копеподный. Монодоминантное сообщество на всем протяжении реки (за исключением устьевых участков) является индикатором нарушенной экосистемы. Индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера составил 1.48 бит.

Таблица 1. Численность N (экз./м³), биомасса B (мг/м³) и число видов n зоопланктона на исследованных участках водотоков бассейна среднего течения р. Зeya

Точки отбора проб		ВСЕГО			Rotifera			Cladocera			Cyclopoida			Harpacticoida		
		N	B	n	N	B	n	N	B	n	N	B	n	N	B	n
Каменушка	исток	290	3.203	7	10	0.003	1	100	1.62	4	170	1.41	1	10	0.17	1
	средн. теч.	1180	29.985	20	90	0.095	6	480	22.18	9	90	1.60	2	520	6.11	3
	устье	1660	25.769	18	710	0.279	5	240	16.24	8	690	8.91	4	20	0.34	1
Гальчиха	исток	6070	133.390	6	0	0.000	0	2400	36.00	1	3670	97.39	5	0	0.00	0
	средн. теч.	360	4.613	12	50	0.073	4	220	3.03	3	70	1.17	2	20	0.34	3
	нижн. теч.	490	7.380	12	70	0.040	2	180	3.67	4	130	2.79	3	110	0.98	3
	устье	3170	42.430	22	1230	1.420	10	630	34.94	9	1310	6.07	3	0	0.00	0
Иур	исток	15550	302.910	11	0	0.000	0	13270	210.75	4	1440	72.48	4	840	19.68	3
	средн. теч.	630	19.520	10	60	0.060	1	360	14.53	6	210	4.93	3	0	0.00	0
	устье	1880	4.080	15	1350	1.080	11	80	1.31	3	450	1.69	1	0	0.00	0
Иверский	средн. теч.	460	10.053	13	10	0.003	1	110	4.59	7	230	5.29	4	10	0.17	1
Охотничий	средн. теч.	1250	17.710	12	60	0.080	2	260	4.44	6	900	13.00	3	30	0.23	1
Ора	верхн. теч.	2830	80.740	20	80	0.120	6	1670	62.50	10	1030	17.97	3	50	0.15	1
	нижн. теч.	6380	332.480	14	60	0.100	2	4920	290.90	8	1400	41.48	4	0	0.00	0
Золотой	средн. теч.	1130	41.760	15	10	0.010	1	680	25.75	8	220	14.14	4	120	1.86	2
Серебряный	средн. теч.	480	10.940	10	10	0.020	1	140	2.35	3	210	5.57	4	120	3.00	2
Медный	средн. теч.	490	27.380	14	60	0.103	3	190	18.60	6	200	7.88	4	40	0.80	1
Большая Пёра	средн. теч.	130	10.750	9	60	0.030	4	50	9.90	4	20	0.82	1	0	0.00	0
	нижн. теч.	250	3.350	9	70	0.090	3	50	1.15	3	110	2.05	2	20	0.06	1
Джатва	средн. теч.	560	6.940	15	110	0.130	6	190	5.75	7	70	0.49	1	190	0.57	1

Река Иур. Истоки реки сильно заболоченные, на дне обширные площади зарослей мхов. Доминировал *Ch. sphaericus* (82%). Коловратки не обнаружены. Сообщество кладоцерное. Выявлено значительное количество *P. fimbriatus* и гарпактицид. В среднем и нижнем течении реки с увеличением глубин и снижением степени зарастания русла наблюдалось снижение количественных показателей и смена типа сообщества на кладоцерно-копеподное. Доминировали *Ch. sphaericus* (39%) и *P. fimbriatus* (17%). В устьевой части в результате подпора

Исследованные водотоки отличались между собой количественными показателями зоопланктона. Показатели численности и биомассы как всего зоопланктонного сообщества, так и отдельных групп отличались в различных водотоках на 1–2 порядка (табл. 1).

Река Каменушка. Доминировали эврибионты *Mesocyclops leuckarti* Claus 59% и *Chydorus sphaericus* 14%. В истоках реки отмечено 7 видов. В среднем течении и в устьевой части реки, среди фрагментарных зарослей водных мхов, количественные показатели зоопланктона значительно выше, как и число видов (табл. 1). На всем протяжении реки сохраняется видовое преобладание Cladocera. Тип зоопланктонного сообщества по численности отдельных групп в устье копеподный, в средней части реки кладоцерный, а в устьевой — копеподно-ротаторный. В среднем течении наблюдалось наибольшее видовое разнообразие фитофильных ветвистых рачков и гарпактицид. Индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера составил 2.08 бит.

Река Гальчиха. В истоках реки в момент исследования среди Cladocera отмечен исключительно *Ch. sphaericus* (40% от общей численности). Среди веслоногих рачков — науплии *M. leuckarti* (13%) и *Paracyclops fimbriatus*. Численность зоопланктона была высокой (табл. 1), возможно, из-за большого количества детритной взвеси. Тип сообщества кладоцерно-копеподный.

р. Зея наблюдался рост численности (табл. 1) за счет преобладания в зоопланктоне мелких коловраток, по численности сообщество копеподно-ротаторное. Индекс видового разнообразия составил 1.97–2.08 бит.

Ручей Иверский. Доминировали *M. leuckarti* (24 %), *P. fimbriatus* и *Eucyclops macruroides denticulatus*. Среди Cladocera преобладали фитофильные формы, приуроченные к погруженным зарослям лютика и ежеголовника. Коловратки представлены всего одним видом *Polyarthra remata*, который встречался единично. Тип сообщества кладоцерно-копеподный. Индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера составил — 2.14 бит.

Ручей Охотничий. Доминировали *M. leuckarti* (28%) и *Ch. sphaericus* (13%). Среди Cladocera отмечены фитофильные формы, приуроченные к погруженным фрагментарным зарослям ежеголовника. Коловратки представлены двумя видами. Тип сообщества кладоцерно-копеподный. Индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера составил 2.24 бит.

Река Ора. В верхнем течении реки доминировали *Ch. sphaericus* (26%) и *Acanthocyclops vernalis* (28%). Веслоногие в основном были представлены науплиальными стадиями. В нижнем течении реки биомасса зоопланктона возросла за счет развития крупных фитофильных форм Cladocera, которое обеспечивалось наличием фрагментарных зарослей макрофитов. На всех обследованных участках обнаружены *P. fimbriatus* и *E. macr. denticulatus*. Индекс видового разнообразия колебался в пределах 1.99–2.12 бит.

Ручей Золотой. Доминировал *Ch. sphaericus* (26%). Среди Cladocera отмечены фитофильные формы (7 видов), активно развивавшиеся в зоне фрагментарного зарастания русла макрофитами. Коловратки представлены одним видом *Lepadella ovalis*, который встречался единично. Сообщество кладоцерного типа. Индекс видового разнообразия составил 2.35 бит.

Ручей Серебряный. Доминировал *Ch. sphaericus* (23%). Cladocera были представлены 3 эврибионтными видами. Коловратки представлены одним видом *Testudinella patina*, который встречался единично. Сообщество кладоцерно-копеподное. Индекс Шеннона-Уивера составил 1.95 бит.

Ручей Медный. Доминировали *M. leuckarti* (16%), *Phrixura (Disparalona) rostrata* (14%), *Ch. sphaericus* (12%). Среди Cladocera отмечены крупные фитофильные формы *Acroperus harpae* и *Eurycercus lamellatus*. Сообщество кладоцерно-копеподное. Индекс видового разнообразия 2.03 бит.

Река Большая Пёра. Доминировали *M. leuckarti* (до 32 %), *Alona intermedia* (до 12%), *Ch. sphaericus* (до 15%). Среди Cladocera единично отмечены крупные фитофильные формы, такие как *Simocephalus vetulus*. Тип сообщества копеподный. Индекс Шеннона-Уивера 1.91–1.99 бит.

Река Джатва. Доминировали *Ch. sphaericus* (13%) и *M. leuckarti* (12%). Среди Cladocera отмечены фитофильные формы. В основной толще тип сообщества ротаторно-кладоцерный, а в придонном слое активно развивались гарпактициды *Nitocra hibernica*. Индекс видового разнообразия 2.32 бит.

Практически во всех исследованных водотоках (за исключением р. Гальчиха) наблюдался стабильный многовидовой зоопланктонный биоценоз, основой которого являлись эврибионтные и фитофильные формы.

Водотоки отличаются значительным развитием придонных форм, развивающихся на растительном детрите – гарпактициды и нектобентосные формы Cyclopoida. Максимальное развитие ветвистоусых рачков наблюдалось, как правило, на средних участках водотоков, где были отмечены значительные по площади заросли погруженной водной растительности. В устьевых участках рек и ручьев, впадающих непосредственно в Зею, отмечено максимальное видовое разнообразие зоопланктона с численным преобладанием коловраток.

В зоогеографическом отношении зоопланктон исследованных водотоков бассейна р. Зея типичен для Восточной Сибири и в большей мере представлен широко распространенными видами. Космополиты составляют 45%, голаркты и палеаркты составляют соответственно 24 и 30%. Из эндемичных видов отмечен только *Attheyella (Neomrazekiella) borutzkyi* Smirnov.

Интересно отметить, что в составе зоопланктона всех водотоков отсутствовали представители сем. Diaptomidae. Как правило, представители этой группы являются обитателями озер, водохранилищ, прудов и других непроточных и малопроточных водоемов. Учитывая, что все водотоки имели благоприятный кислородный режим (содержание O₂ выше 7 мг/дм³) и практически нейтральные показатели pH (6.4–7.8), можно предположить, что факторами, ограничивающими развитие Diaptomidae, являлись недостаток кормовой базы (Митрофанова, 2013) и высокие скорости течения, особенно в период паводка.

Сопоставление полученных данных с результатами предыдущих лет исследований (Шевелева, 2006а, 2006б; Бородинская, 2010) показало, что из 82 видов, описанных для р. Зея и ее небольших придаточных озер, в исследованных водотоках обнаружено только 25, что указывает на их значительную видоспецифичность. Так, значительно расширены списки Copepoda, в основном, за счет гарпактицид. Сходство фауны Rotifera данных водотоков с фауной р. Зея составляет около 11%, Cladocera — 23%, а Copepoda — 13%.

Маловидовые зоопланктонные сообщества при их низком уровне развития отражают пониженный потенциал биологического самоочищения. Наблюдающиеся признаки деградации состава и структуры сообществ соответствуют уровню экологического стресса, но не выходят за пределы адаптационного потенциала экосистем водотоков в целом.

Исследования выполнены в рамках НИР «Восток-Экомониторинг» (государственный контракт №671-8408/12).

Список литературы

Алексеев И.А., Пузанов А.В., Самброс В.В. Ландшафтно-экологический анализ территории позиционного района космодрома «Восточный» // Космодром «Восточный» – будущее космической отрасли России: матер. II Всеросс. научно-практ. конф., Благовещенск, 26–27 ноября 2013 г. Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2013. Т. 1. С. 122–148.

- Богатов В.В. Основные итоги изучения структурно-функциональной организации пресноводных экосистем Дальнего Востока России // Чтения памяти В. Я. Леванидова. 2003. Вып. 2. С. 5–11.
- Бородицкая Г.В. Зоопланктон Зейского водохранилища // Гидроэкологический мониторинг зоны влияния Зейского гидроузла. Хабаровск: ДВО РАН, 2010. С. 115–122.
- Дмитриев О.Ю., Пузанов А.В., Самброс В.В., Балыкин С.Н., Горбачев И.В., Алексеев И.А., Шестеркин В.П., Савеленок А.Н. Экологическая оценка состояния окружающей природной среды в районах падения ОЧ РН, планируемых к запуску с космодрома «Восточный» // Космодром «Восточный» – будущее космической отрасли России: матер. II Всеросс. научно-практ. конф. Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2013. Т. 1. С. 191–201.
- Ермолаева Н.И. Структура зоопланктона притоков нижнего течения р. Зея после экстремального паводка // Чтения памяти В. Я. Леванидова. 2014. Вып. 6. С. 211–219.
- Зарубина Е.Ю. Видовое разнообразие и структура высшей водной растительности водотоков нижнего течения р. Зея // Чтения памяти В. Я. Леванидова. 2014. Вып. 6. С. 250–256.
- Митрофанова Е.Ю. Состояние фитопланктона малых водотоков бассейна р. Зея в условиях осеннего паводка 2013 г. // Космодром «Восточный» – будущее космической отрасли России: матер. II Всеросс. научно-практ. конф. Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2013. Т. 2. С. 58–61.
- Пузанов А.В., Кириллов В.В., Безматерных Д.М., Зарубина Е.Ю., Вдовина О.Н., Ким Г.В., Котовицков А.В., Митрофанова Е.Ю. Современное экологическое состояние водотоков территории космодрома «Восточный» // Космодром «Восточный» – будущее космической отрасли России: матер. II Всеросс. научно-практ. конф. Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2013. Т. 2. С. 79–88.
- Розенберг Г.С. Информационный индекс и разнообразие: Больцман, Котельников, Шеннон, Уивер... // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2010. Т. 19. № 2. С. 4–25.
- Шевелева Н.Г. Особенности видового состава зоопланктона реки Зея и ее водоемов // Природные ресурсы Забайкалья и проблемы геосферных исследований: Мат. науч. конф., посвящ. 25-летию Ин-та природ. ресурсов, экологии и криологии СО РАН и памяти чл.-кор. АН СССР Ф.П. Кренделева, 12–15 сент. 2006 г., г. Чита. Чита: ИПРЭК СО РАН, 2006а. С. 273–276.
- Шевелева Н.Г. Разнообразие коловраток и низших ракообразных в водоемах приплотинной части верхнего и нижнего бьефов плотины Зейской ГЭС // Проблемы экологии, безопасности жизнедеятельности и рационального природопользования Дальнего Востока и стран АТР: Мат. II междунар. конф. Владивосток: ДВГТУ, 2006б. С. 333–336.

УДК 574.587

РОЛЬ ХИРОНОМИД В ДОННЫХ БИОЦЕНОЗАХ РЕКИ ОЛХА ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

И. О. Еропова¹, П. А. Хромова¹, Н. В. Шибанова¹, Л. С. Кравцова², Б. Э. Богданов², И. Б. Книжин¹

¹ Иркутский государственный университет, Eropova.irina@yandex.ru

² Лимнологический институт СО РАН, lk@lin.irk.ru

Исследованы состав и количественное распределение макробеспозвоночных животных в р. Олха Иркутской области. Количественное развитие макрозообентоса зависит от состава донных отложений. Наибольшие показатели численности и биомассы макробеспозвоночных отмечены на участках реки с преобладанием гальки, а наименьшие – на песчаном грунте. Средняя численность макрозообентоса в р. Олха составляет 3200 экз./м², а биомасса — 6 г/м², доминируют среди беспозвоночных животных хирономиды.

Ключевые слова: река Олха, хирономиды, макрозообентос.

CHIRONOMIDS ROLE IN BENTHIC COMMUNITIES IN OLKHA RIVER OF IRKUTSK REGION

The structure and quantitative distribution of macroinvertebrates in Olkha River of Irkutsk region were studied. Quantitative development of macrozoobenthos depends on the composition of sediments. The highest values of abundance and biomass of macroinvertebrates were detected on parts of the river with a predominance of pebbles and the lowest values were occurred on sandy ground. The average number and biomass of macroinvertebrates of Olkha River was 3200 ind./m² and 6 g/m² respectively, chironomids dominated among them.

Keywords: Olkha River, Chironomidae, macrozoobenthos.

Водотоки имеют большое значение для изучения структурно-функциональных особенностей экосистем поверхностных вод, находящихся в динамичном состоянии. Актуальность исследования водотоков вызвана и возрастающим антропогенным прессом на природные комплексы. В этом отношении биота малых рек наиболее уязвима из-за их малой водности. Личинки хирономид являются неотъемлемой частью донного населения рек.

Цель исследований заключалась в оценке роли хирономид в донных биоценозах р. Олха.

Количественные пробы макрозообентоса отбирали с помощью бентометра ($S = 0.16 \text{ м}^2$) на глубинах 0.4–0.6 (м) в р. Олха в разные месяцы 2012–2013 гг. Станции отбора проб были расположены на разных биотопах (песок, галька) на плёсах, перекатах и на участках с повышенной скоростью течения (быстрине). Параллельно с отбором проб измеряли прозрачность воды, скорость течения, температуру воды (°C), pH. Всего было собрано 25 количественных проб, зафиксированных 4% формалином.

Камеральную обработку проб проводили по общепринятой в гидробиологии методике. Содержимое проб промывали под проточной водой в сачке из мельничного сита № 20. Беспозвоночных животных сортировали по группам под микроскопом (МБС-10). Просчитывали количество экземпляров представителей каждой группы и определяли их биомассу. Предварительно перед взвешиванием организмы высушивали на фильтровальной бумаге до исчезновения мокрого пятна. Численность и биомасса беспозвоночных животных приведены в пересчете на 1 м² дна реки.

Река Олха (координаты N 52° 09' 46", E 104° 07' 32") относится к малым водотокам горно-таежной зоны, является правым притоком р. Иркут и берёт своё начало с Олхинского плато Приморского хребта. Олхинское плато – своеобразная зона, расположенная между Тункинскими Гольцами и Приморским хребтом в Иркутской области Российской Федерации. Скорость течения в реке в период исследования в 2013 г. составляла 1.25 м/с, а pH — 7.9 (в апреле), 7.7 (в мае) и 8.0 (в июне); температура воды достигала 1.7°C в апреле, 10°C в мае и 13°C в июне.

Населена р. Олха разнообразной донной фауной, в ее составе отмечено 20 таксономических групп макробеспозвоночных животных, среди которых многочисленны насекомые, представители разных отрядов (табл.). Кроме перечисленных в таблице беспозвоночных животных в пробах также были отмечены в небольшом количестве Hirudinea, Polychaeta, Amphipoda, Aphidoidea, Ceratopogonidae.

Наибольшая численность макрозообентоса зарегистрирована на донных отложениях из гальки и гальки с примесью песка, где по числу экземпляров на м² дна доминировали хирономиды и олигохеты. На этих же биотопах отмечена высокая биомасса макрозообентоса, основу которой формировали другие группы макробеспозвоночных животных – моллюски, ручейники. Население песчаных донных отложений в количественном отношении несколько обеднено. На песчаных грунтах с небольшим количеством гальки отмечены самые низкие показатели макрозообентоса. Преобладали на этом биотопе олигохеты и хирономиды (см. табл.).

Средняя численность макрозообентоса в р. Олха в целом составляла 3200 экз./м², а биомасса 6 г/м² (рис. 1).

Таблица. Количественные показатели макрозообентоса на разных биотопах р. Олха

Группы	Донные отложения				
	Галька n=5	Галька с примесью песка n=8	Песок с примесью гальки n=3	Песчанистый ил n=1	Песок n=1
Turbellaria	$\frac{1}{0.01}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{6}{0.03}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
Nematoda	$\frac{18}{0.01}$	$\frac{33}{0.03}$	$\frac{10}{0.01}$	$\frac{281}{0.08}$	$\frac{63}{0.01}$
Oligochaeta	$\frac{1056}{0.38}$	$\frac{592}{0.18}$	$\frac{246}{0.20}$	$\frac{438}{0.41}$	$\frac{481}{0.01}$
Coleoptera	$\frac{51}{0.48}$	$\frac{42}{0.07}$	$\frac{103}{0.04}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
Odonata	$\frac{0}{0}$	$\frac{11}{0.08}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{6}{3.03}$	$\frac{0}{0}$
Ephemeroptera	$\frac{189}{0.85}$	$\frac{455}{0.76}$	$\frac{93}{0.09}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{231}{0.42}$
Plecoptera	$\frac{19}{0.01}$	$\frac{63}{0.33}$	$\frac{14}{0.07}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{13}{0.14}$
Trichoptera	$\frac{61}{1.26}$	$\frac{232}{2.07}$	$\frac{1}{0.03}$	$\frac{13}{0.10}$	$\frac{0}{0}$
Diptera	$\frac{4}{0.01}$	$\frac{12}{0.02}$	$\frac{31}{0.03}$	$\frac{0}{0.01}$	$\frac{0}{0}$
Muscidae	$\frac{99}{0.06}$	$\frac{94}{0.60}$	$\frac{7}{0.01}$	$\frac{0}{0.01}$	$\frac{13}{0.01}$
Chironomidae	$\frac{1142}{0.48}$	$\frac{2739}{1.62}$	$\frac{230}{0.16}$	$\frac{1031}{0.15}$	$\frac{1344}{0.60}$
Mollusca	$\frac{14}{5.81}$	$\frac{10}{0.67}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0.03}$
Общая	$\frac{2664}{9.36}$	$\frac{4292}{6.43}$	$\frac{787}{0.67}$	$\frac{1769}{3.79}$	$\frac{2170}{1.22}$

Примечание. Числитель — численность (экз./м²), знаменатель — биомасса (г/м²) беспозвоночных животных.

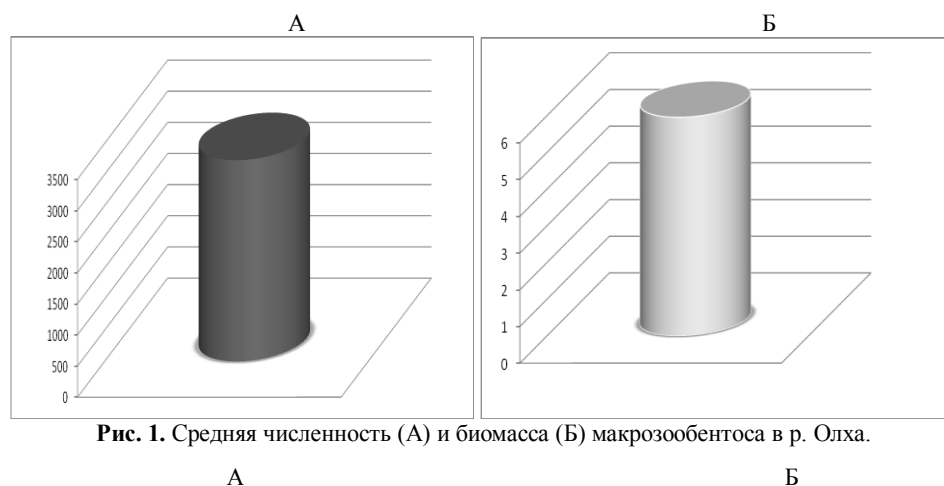


Рис. 1. Средняя численность (А) и биомасса (Б) макрозообентоса в р. Олха.

Основу макрозообентоса как по числу экз. на м² дна, так и по биомассе составляли хирономиды — 57% и 30% соответственно (рис. 2).

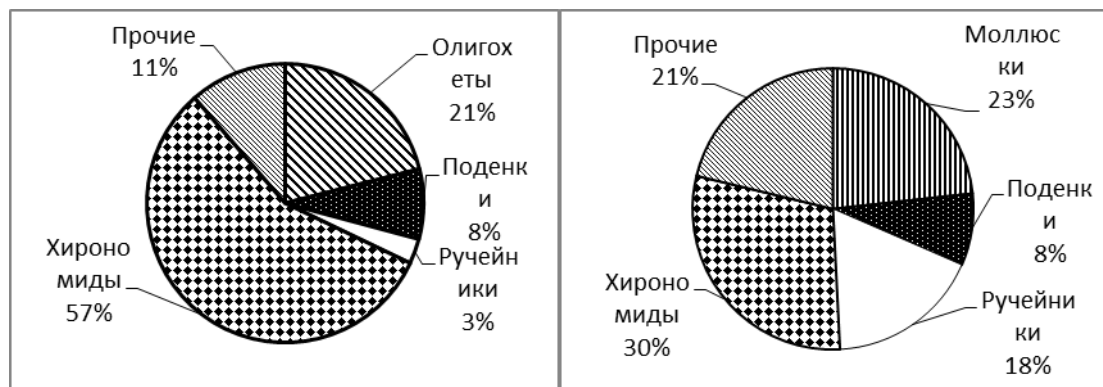


Рис. 2. Структура макрозообентоса р. Олха. Процентное соотношение макробеспозвоночных по численности (А) и биомассе (Б).

Количественные показатели макрозообентоса сопоставимы с количественными характеристиками гидробионтов в водотоках других горных и предгорных районов: р. Селенга — 2786 экз./м² и 2.7 г/м² (Ербаева и др., 1977), в притоке Южного Байкала (р. Похабиха) — от 2.7 до 12 тыс. экз./м² и 5.7 до 20 г/м² (Акиншина и др., 1988). В водотоках Хоккайдо от 800 до 7000 экз./м² и 7.5 г/м² (Atoda, Imada, 1972), в Северной Швеции 1.0–7.9 г/м² (Ulfstrand, 1968), в горных реках Вая и Чуя (Прикамье) — 17.7–23.4 тыс. экз./м² и 3.1–3.2 г/м² (Паньков, 2000), в водотоках Красноярского края 2.3 до 3.7 тыс. экз./м² и 2.3 до 8.0 г/м² (Shchur et al., 2003). В водотоках Ярославской области (малых реках Сутка, Ильд, Которосль) численность макробеспозвоночных колеблется от 4 до 7 тыс. экз./м², преобладают среди макробеспозвоночных олигохеты и хирономиды (Щербина, Перова, 2004).

Таким образом, в донных биоценозах р. Олха лидирующая роль среди беспозвоночных животных принадлежит хирономидам.

Список литературы

- Акиншина Т.В., Кравцова Л.С., Варыханова К.В., Рожкова Н.А. Зообентос притоков Южного Байкала. Иркутск, 1988. 18 с. Деп. в ВНИИТИ № 7.
- Ербаева Э.А., Даидорж А., Томилов А.А., Акиншина Т.В., Жарикова Л.К., Лезинская И.Ф., Рожкова Н.А., Варыханова К.В., Механикова И.В., Байкова О.Я. Материалы к познанию фауны Селенги в пределах Монгольской народной республики // Природные условия и ресурсы Прихубсугулья. Иркутск – Улан-Батор, 1977. С. 125–135.
- Паньков Н.Н. Зообентос текущих вод Прикамья. Пермь: Гармония, 2000. 192 с.
- Щербина Г.Х., Перова С.Н. Структура макрозообентоса некоторых малых рек Ярославской области, пересекаемых нефтепроводом // Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана. Тезисы докладов II Всероссийской конференции Борок, 16–19 ноября 2004 г. Борок, 2004. С. 103–104.
- Atoda M., Imada K. Studies on the aquatic insect fauna and environmental conditions on the Shacotan River, Kenichi River and the Otoshibe River. Hokkaido, 1972. P. 97–149.
- Ulfstrand S. Benthic animal communities in Lapland-Streams // Oikos. 1968. Suppl.10. 120 p.
- Shchur L.A., Bazhina L.V., Volkova N.I., Trofimova M.A. Water Quality of Small Rivers in the Zone of influence of Gold-Mining Facilities in Krasnoyarsk Region // Water Resources. 2003. V. 30. N. 1. P. 72–80.

УДК 631.438.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ РЕКИ ПЕЛЕДУЙ

Л. А. Ерофеевская

Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения РАН, (ИПНГ СО РАН),
677980, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, ул. Октябрьская, 1, e-mail: lora-07.65@mail.ru

Представлены результаты биоэкологического мониторинга состояния р. Пеледуй (Якутия). Установлено, что по прошествии 8-ми лет после аварийного попадания нефти в водный объект остаточное содержание нефтепродуктов всё ещё оказывают токсическое действие на биоценоз природного водотока. По санитарно-бактериологическим показателям вода в р. Пеледуй имеет III класс качества и классифицируется, как «умеренно загрязненная».

Ключевые слова: вода, река, нефтезагрязнение, микрофлора, бактерии, биоценоз.

RIVER ECOSYSTEMS RESEARCH PELEDUI

L. A. Erofeevskaya

Institute of Oil and Gas Problems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
Russia, Yakutsk, str. Octombrie, 1; e-mail: lora-07.65@mail.ru

Presents the results of monitoring the condition of the river bioecological Peledui (Yakutia). Found that after 8 years after the disaster hit oil in the water body the residual content of oil products still have a toxic effect on the biocenosis natural ponds. On sanitary-bacteriological indices of water in the river is class III Peledui quality and is classified as "moderately polluted".

Keywords: water, River, neftezagraznenie, microorganisms, bacteria, biogenesis

Якутия располагает огромными запасами водных ресурсов. В качестве источников водоснабжения используются в основном поверхностные водные объекты (реки, озера, водохранилища). Загрязнителями природных вод являются нефтепродукты, фенол, железо, органические вещества, в том числе бытовые отходы.

Загрязнение воды нефтью и нефтепродуктами изменяет микробный фон, подрывает самовосстановительные способности водоёмов, приводит к острым и хроническим интоксикациям живого организма, отрицательно влияет на санитарный режим водных объектов и окружающей среды в целом.

В настоящее время действующим нормативным документом, регламентирующим микробное загрязнение поверхностных водоемов, является СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод». В требованиях отражены микробиологические нормативы воды поверхностных водоемов в местах питьевого, хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования. Согласно нормативам вода данных категорий водопользования не должна содержать яйца гельминтов, возбудителей инфекционных заболеваний и химических веществ, превышающих предельно-допустимые концентрации (ПДК) или ориентировочно-допустимые уровни (ОДУ) (СанПиН 2.1.5.980-00).

Правила предусматривают возможность учреждениям государственной санитарно-эпидемиологической службы право выбора дополнительных исследований по приоритетным региональным показателям, базирующимся на веществах, в наибольшей степени опасных для здоровья населения. Таким образом, ориентация на приоритетные для конкретного региона загрязнения, позволяет оптимизировать контроль качества воды, сосредоточив основное внимание на веществах, действительно представляющих опасность для людей, животных и окружающей среды.

В то же время, несмотря на огромную работу, выполняемую специалистами природоохранной и санитарной служб, качество природных вод Якутии, по микробиологическим показателям, изучено достаточно слабо и не выходит за рамки видов санитарно-гигиенических исследований для категорий водопользования (СанПиН 2.1.5.980-00).

Изучением потенциала бактериальных ассоциаций в самоочищении водоемов от загрязнителей, в частности от нефти и нефтепродуктов, попавших в водные объекты в результате аварийных разливов, и влиянием токсикантов на микробоценоз водоемов посвящено не так уж много научных работ. А разработкой методов биологической очистки техногеннозагрязненных природных вод в климатических условиях Якутии, практически никто не занимается. Водоемы, находящиеся в значительном удалении от жилых поселений исследуются в основном научными экспедициями, да и то не комплексно и эпизодически.

Цель работы: оценить экологическое состояние реки Пеледуй и условия её существования после аварийного разлива нефти на нефтепроводе «Талакан – Витим» (Ленский район, Юго-Западная Якутия).

Материалом для исследований служили пробы нефтезагрязненных почв, донных отложений и воды из р. Пеледуй. Для получения достоверных результатов, с одной контрольной точки отбирали по три пробы на микробиологические и химические показатели, согласно государственного стандарта (ГОСТ 17.1.5.05-85)

Отбор проб воды производили в стерильные стеклянные бутылки, с закреплённым грузом, вместимостью 0.7 л (для микробиологических исследований — по 4 бутылки на 1 пробу и для определения содержания растворённых и эмульгированных нефтепродуктов по 2 бутылки на 1 пробу).

Количественный химический анализ проб воды открытых водоёмов на определение в них массовой концентрации нефтепродуктов проводили ИК — фотометрическим методом (МУК 4.1.1013-01; ГОСТ 17.1.4.01-80). Для выделения и изучения бактериальных ассоциаций различных физиологических групп использованы общепринятые в микробиологической и гидробиологической практике методы (МУК 4.2.1884-04; ГОСТ 18963-73). Для получения накопительной культуры углеводородокисляющих микроорганизмов (УОМ) использовали минеральную среду Мюнца (Керстен, 1963). В качестве единственного источника энергии и углерода в среду добавляли 1% стерильной нефти. Инкубацию посевов проводили в качалочных условиях при температуре $+29\pm 1^\circ\text{C}$ в течение 10–14 суток.

Река Пеледуй является левым притоком р. Лена (Якутия). Берёт начало на Приленском плато. Координаты истока: $60^\circ 0' 0''$ ю.ш., $109^\circ 0' 0''$ з.д. Координаты устья: $59^\circ 0' 0''$ ю.ш., $112^\circ 0' 0''$ з.д. Длина — 398 км, площадь бассейна — 14 300 км². Средний расход — 47.6 м³/с.

Результаты исследований. 22 мая 2006 г. произошла утечка нефти на нефтепроводе «Талакан — Витим». Водонефтяная смесь попала в оз. Талое, оттуда — через руч. Безымянный в р. Пеледуй. В результате происходил интенсивный вынос нефти из очага загрязнения в р. Пеледуй. Поверхность реки покрылась плёнкой нефти протяжённостью 103 км.

Аналитическая обработка результатов химического исследования проб воды показала, что концентрация нефтепродуктов в р. Пеледуй в первую неделю после аварии, 28–31.05.06 г., составляла 0.046 мг/л.

Через 126 дней, 17.10.06 г., пробы воды имели незначительное содержание (0.12 мг/л).

Уже через 15 мес., в 2007 г., содержание нефтепродуктов во всех отобранных пробах воды из р. Пеледуй соответствовало уровню ПДК для водоемов, относящихся к рыбохозяйственной категории, и составляло < 0.05 мг/л. Таким образом, очевидно, что загрязнение нефтепродуктами р. Пеледуй в 2006 г. было связано с аварией.

Однако, в 2009 г. отмечено резкое увеличение содержания нефтепродуктов до 8.7 мг/л. Вероятно, источником вторичного загрязнения реки послужили вносимые нефтепродукты с затопляемых окрестностей весной при половодье, а также талые и дождевые воды, стекающие с возвышенных участков, недостаточно очищенных от нефти в период ликвидации аварии.

Экосистема р. Пеледуй была исследована на бактериологические показатели. Из воды было выделено, по крайней мере, 4 группы микроорганизмов; из проб почвы, отобранных по берегам водоема — 8 групп микроорганизмов; из донных отложений 5 групп микроорганизмов. Установлено, что в экосистеме р. Пеледуй в большом численном составе обитают бактерии родов *Enterobacter*, *Bacillus* и *Acinetobacter* (табл. 1).

Таблица 1. Пейзаж микробных популяций экосистемы р. Пеледуй

Популяция	Вода	Почва	Донные отложения
<i>Clostridium</i>	-	+	-
<i>Staphylococcus</i>	-	-	-
<i>Vibrio</i>	+	-	+
<i>Aspergillus</i>	-	+	+
<i>Bacillus</i>	+	+	+
<i>Enterococcus</i>	-	+	-
<i>Pseudomonas</i>	-	+	-
<i>Acinetobacter</i>	+	+	+
<i>Klebsiella</i>	-	+	-
<i>Enterobacter</i>	+	+	+
<i>Proteus</i>	-	-	-

Ежегодно, в период снеготаяния и ливневых дождей микрофлора вместе с остатками нефтепродуктов с загрязнённого берега стекает в русло реки. Вредные примеси, растворённые в поверхностных стоках, оседают по берегам и в иле. О чем свидетельствуют выделенные из почвы, воды и донных отложений бактерий рода *Acinetobacter*, вероятно входящие в биопрепарат «Дестройл», которым были обработаны почвы в период ликвидации аварийного разлива нефти.

Бактерии рода *Acinetobacter* — свободноживущие в объектах окружающей среды

грамотрицательные гетеротрофы. Некоторые представители рода способны окислять нефтяные углеводороды. Это их свойство и было положено при разработке биопрепарата «Дестройл». Применение биопрепарата «Дестройл» при ликвидации последствий аварийного разлива нефти на территории нефтепровода «Талакан-Витим» позволило за 1 северное лето утилизировать до 56.3% нефтезагрязнения. Препарат обладает высоко выраженной окислительной активностью в отношении углеводородов нефти, вызывая в них глубокие необратимые процессы деградации до остаточных продуктов, относящихся к экологически нейтральным соединениям [<http://www.biomolecula.ru/content/948>].

Однако сами бактерии входящие в состав биопрепарата, адаптируясь, начинают размножаться. Таким образом, возникает вероятность поступления их в подземные воды. И даже в случае полного прекращения поступления нефтепродуктов с аварийного участка в водоём, миграция иннокулированных бактерий и токсичных соединений из донных отложений в водный раствор будет основным фактором, определяющим его санитарное состояние.

Лабораторными методами установлено, что по бактериологическим показателям, вода р. Пеледуй имеет III класс качества и классифицируется, по уровню загрязнения, как «умеренно загрязнённая» (табл. 2).

Таблица 2. Результаты бактериологического исследования экосистемы р. Пеледуй

Исследуемые показатели	Вода		Почва		Донные отложения	
	2009	2013	2009	2013	2009	2013
ОМЧ, КОЕ/г	$2 \cdot 10^4$	$6 \cdot 10^5$	$7 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^8$	$6.2 \cdot 10^6$	$5 \cdot 10^4$
ОКБ	+	+	+	+	+	+
ТКБ	-	+	-	-	-	+
ПЭБ	-	-	-	-	-	-
<i>S. perfringens</i>	-	-	+	+	-	-
<i>St. aureus</i>	-	-	-	-	-	-
Бактериофаги	-	-	-	-	-	-
УОМ	-	+	$2 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^5$	$1.8 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^4$

Таким образом, установлено, что экосистема р. Пеледуй находится в экологической напряженности. В воде и донных осадках присутствуют различных уровней патогенности энтеробактерии. В дальнейшем необходимо расширить экспериментальную и полевую работу по комплексу микробиологических, химических, гидробиологических, токсикологических показателей качества экосистемы р. Пеледуй.

Список литературы

- ГОСТ 18963-73 Вода питьевая. Методы санитарно-бактериологического анализа.
 ГОСТ 17.1.4.01-80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к методам определения нефтепродуктов в природных и сточных водах.
 ГОСТ 17.1.5.05-85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков.
 МУК 4.1.1013-01 Определение массовой концентрации нефтепродуктов в воде.
 МУК 4.2.1884-04 Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов.
 СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод».
 Керстен Д. К. Морфологические и культуральные свойства индикаторных микроорганизмов нефтегазовой съемки // Микробиология. 1963. Т. 32. № 5. С. 1024–1030.
 Логинова О.О. Бактерии-нефтедеструкторы для биоремедиации супесчаных почв Воронежской области. [Электронный ресурс] – 19 октября 2011 г. <http://www.biomolecula.ru/content/948> // Конкурс научно-популярных статей «Био/Мол/Текст» (дата обращения 16.07.2014).

ГИДРОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЙМЕННЫХ ОЗЕР РЕКИ КЕРЖЕНЕЦ (КЕРЖЕНСКИЙ ЗАПОВЕДНИК, НИЖЕГОРОДСКОЕ ЗАВОЛЖЬЕ)

Л. Е. Ефимова¹, О. В. Кораблева², Е. В. Терская¹

¹Московский Государственный университет им. М.В. Ломоносова, географический факультет,
119992, Москва Ленинские горы, д.1. ef_river@mail.ru

²Государственный природный биосферный заповедник «Керженский»

Изучены гидролого-гидрохимические особенности водных объектов, расположенных в пределах ООПТ (заповедник «Керженский»). Информационная основа работы: результаты экспедиционных исследований сотрудников кафедры гидрологии суши географического факультета МГУ, проведенных в разные гидрологические сезоны в 2012–2014 гг., литературные источники и фондовые материалы заповедника. Озера заповедника не подвержены непосредственному антропогенному воздействию, что позволяет оценивать их современное состояние как «условно фоновое» и рассматривать их в качестве эталона при оценке водных объектов окружающей территории. Получены статистические оценки взаимосвязи между рядом гидрохимических показателей и морфометрических характеристик озер. Показано, что состав донных отложений отражает стадии развития пойменных озер. Подчеркнута актуальность и необходимость гидрологического мониторинга в пределах ООПТ.

Ключевые слова: мониторинг, гидрологические особенности водных объектов, химический состав поверхностных и подземных вод, донные отложения.

Hydrological and hydrochemical features of water bodies within some SPNT (State Biosphere Reserve "Kerzhensky") studied. The data basis of this research: results of field research carried out by the personnel of the Department of Hydrology of the Faculty of Geography of the Moscow State University during various hydrological seasons in 2012–2014 as well as some published and achieve data. Water bodies within SPNT are not directly exposed to some anthropogenic impacts and this makes it possible to consider their current conditions as a “provisionally baseline” environment and to use them as a benchmark for the evaluation of water bodies at neighbouring territories. Statistical evaluation of the content of hydrochemical components and frequencies morphometrics of the lakes obtained. It is shown that the composition of bottom sediments reflects the stage of development of the floodplain lakes of the Kerzhnets River valley. Our research demonstrates the urgency and necessity of hydrological monitoring in protected areas.

Keywords: monitoring, hydrological features of water objects, chemical composition of surface and underground water, bottom sediments.

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) играют важную роль в сохранении водных ресурсов. Водные объекты, расположенные в пределах ООПТ, как правило, не подвержены антропогенному воздействию, что позволяет оценивать их современное гидроэкологическое состояние как «условно фоновое». В литературе представлена довольно скудная информация о пойменных озерах, расположенных на ООПТ.

Объекты и методы исследования. Керженский заповедник, на территории которого проводились исследования, расположен на левом берегу р. Керженец, в его среднем течении. Гидрографическая особенность долины р. Керженец (левый приток Волги) — наличие большого количества малых озер — как пойменных, так и расположенных на водоразделе. Доля пойменных озер в общем числе озер бассейна превышает 70%. Гидрологический и гидрохимический режим пойменных озер определяется положением в пойменно-русловом комплексе — удаленностью от реки и степенью гидравлической связи с ней. Озера могут быть как проточными (оз. Н. Рустайское), так и бессточными, расположенными на разных высотах на пойме (рис. 1).

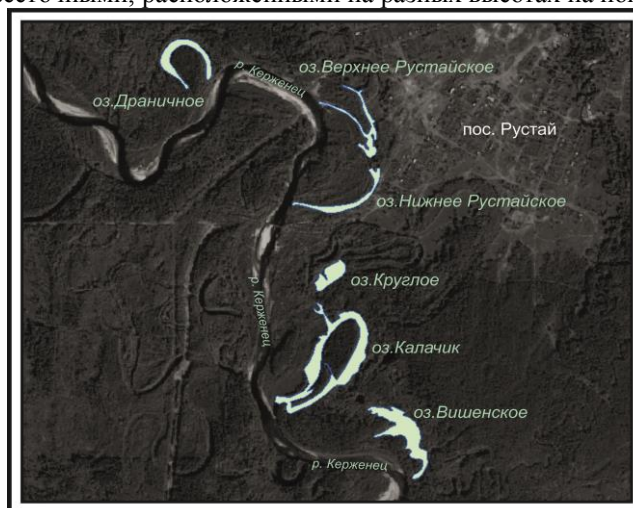


Рис. 1. Пойменные озера на территории Керженского заповедника (космический снимок участка р. Керженец, <http://www.usgs.gov>).

Исследования проводились в зимнюю межень, в осенний период, в летнюю межень. В ходе выполнения съемок были измерены температура, электропроводность и pH воды, определена концентрация растворенного кислорода. В отобранных пробах оценивалось содержание главных ионов, микроэлементов, органических веществ и биогенных элементов. Для определения микроэлементов пробы были отфильтрованы через мембранный фильтр (0.45 мкм) и законсервированы. Анализ содержания главных ионов, биогенных элементов

и органических веществ выполнен согласно методикам (Комаров, Каменцев, 2006; Руководство ..., 2003). Растворенные формы микроэлементов определены методом атомной абсорбции (Ермаченко, Ермаченко, 1999). Оценка потребления кислорода грунтами, а также фосфора, железа и марганца на границе «вода – донные отложения» производилась «методом трубок» (Романенко, 1985).

Результаты и обсуждение. Гидролого-гидрохимический режим и химический состав вод заповедника формируется под влиянием природных факторов, основные из которых — плоский низменный рельеф территории, сложенной песчаными и супесчаными хорошо промытыми почвами, значительная залесенность и заболоченность. Эти факторы способствуют выравниванию внутригодового стока и формированию вод малой минерализации.

Характер распределения температуры в водной толще во многом зависит от морфометрических особенностей озерной котловины. В безледоставный период формированию устойчивого термоклина в пойменных озерах способствуют закрытость озер от ветрового перемешивания и наличие на акватории водной растительности, препятствующей перемешиванию вод.

Анализ сезонных изменений электропроводности воды позволил разделить озера на две группы. К одной группе относятся водораздельные озера органогенного происхождения. К этой же группе можно отнести и расположенное довольно далеко от русла реки глубокое пойменное оз. Круглое, которое лишь в 60% случаев имеет гидравлическую связь с рекой в период половодья. Вторая группа — пойменные озера, имеющие глубины, не превышающие 3 м и расположенные на небольшом расстоянии от реки. После спада половодья электропроводность воды в старицах начинает увеличиваться как результат увеличения в их питании грунтовых вод повышенной минерализации. Чем ниже на пойме расположено озеро, тем больше электропроводность его вод. Наибольшие градиенты электропроводности отмечены летом в области термоклина в озерах Калачик (60 мкСм/см на 1 м), Чернозерье (90 мкСм/см на 1 м), Н. Рустайское. Сезонные различия электропроводности воды особенно значительны в озерах Н. Рустайское, Чернозерье (рис. 2).

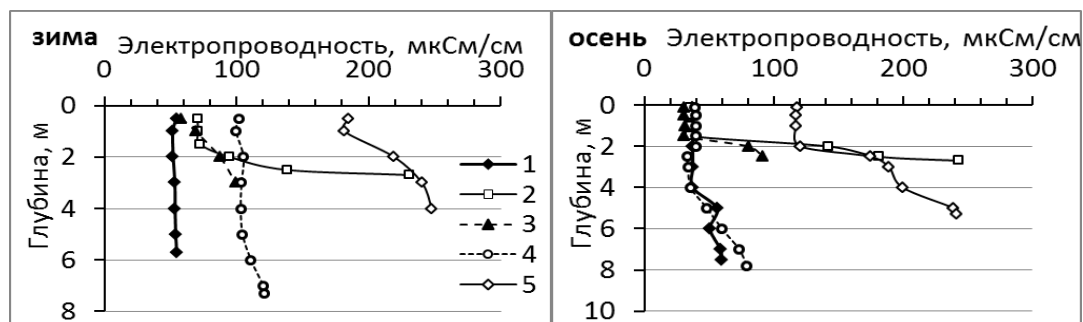


Рис. 2. Вертикальное распределение электропроводности воды в озерах заповедника в феврале и сентябре 2013 г.: 1 — оз. Черное, 2 — оз. Чернозерье, 3 — оз. Калачик, 4 — оз. Круглое, 5 — оз. Н. Рустайское.

Таким образом, устойчивость вод в озерах Калачик, Н. Рустайское, Чернозерье обусловлена как их температурной, так и минерализационной составляющей.

Особенность режима растворенного кислорода (РК) в пойменных озерах заповедника — существование в них зон гипоксии и аноксии. Весеннее перемешивание вод озер не всегда приводит к обогащению их кислородом. От весны к лету содержания РК снижается. Летом в результате формирования устойчивой стратификации на глубинах 1.5–2.0 м практически во всех озерах существуют зоны аноксии. Растворенный кислород — важнейший показатель гидроэкологического состояния пойменных озер — «... в значительных количествах присутствует лишь в верхней метровой толще, что позволяет сохраняться обитающим в старицах гидробионтам.» (Баянов, 2012). Как правило, продукционные процессы в эпилимнионе активно идут именно в оз. Н. Рустайское (рис. 3), чему способствует и местоположение озера на пойме. Концентрация растворенного кислорода коррелирует с величиной pH (0.89), содержанием марганца (-0.86), минерального фосфора (-0.69). При этом само содержание кислорода зависит от прозрачности воды, которая связана с затененностью акватории озера и его морфометрическими параметрами. Затененность акватории озера определяется расположением стариц в разных зонах поймы, где преобладает та или иная растительность. Прозрачность также довольно тесно связана с цветностью воды (-0.78).

Заболоченность территории заповедника обуславливает повышенное содержание органических веществ (ОВ) в воде исследованных водных объектов. Диапазон изменения цветности в разных водных объектах — от 35° (оз. Н. Рустайское — поверхность) до 350° (оз. Калачик — придонные слои). Отмеченные различия сохраняются во все гидрологические сезоны, связаны с особенностями питания озер, достигают наибольших значений в период спада половодья и обусловлены обогащением вод органическими веществами гумусового происхождения. В среднем для вод оз. Н. Рустайское величина перманганатной окисляемости (ПО) составила 5–8, ХПК (химическое потребление кислорода) — 15–22 мгО/л, для вод оз. Круглое — соответственно 31–32 и 56–58 мгО/л. Соотношения ПО/ХПК позволяют оценить качественный состав ОВ и степень его трансформации (Скопинцев, Гончарова, 1987). Отношение ПО/ХПК составило 0.25–0.40 в воде оз. Н. Рустайское, 0.55–0.80 — в водах озера Калачик, Чернозерское. Пониженная величина ПО/ХПК в оз. Н. Рустайское обусловлена его питанием грунтовыми водами, содержащими малоцветные фракции фульвокислот.

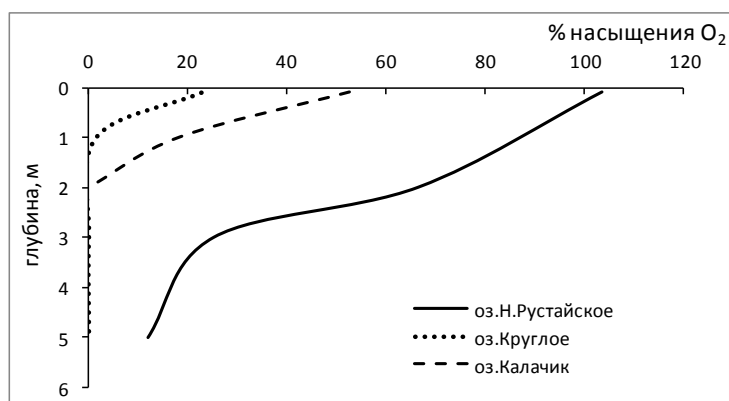


Рис. 3. Вертикальное распределение относительного содержания кислорода в воде пойменных озер в период гидрохимической съемки (август 2012 г.).

В озерных водах содержится довольно большое количество биогенных элементов, в частности, фосфора. Содержание валового фосфора, его форм и соотношение между ними характеризуется значительными сезонными изменениями. Повышенная концентрация валового фосфора отмечена в придонных горизонтах озер практически во все сезоны года. В зимний период велико содержание минеральной формы (150–700 мкг/л), доля которой составляет до 70–90% валового фосфора. В вегетационный период в поверхностных горизонтах озер заповедника преобладает органическая форма фосфора, при этом в придонных слоях в течение всего года преобладает именно минеральный фосфор (50–70% валового фосфора). Повышенное содержание элемента может быть обусловлено его поступлением из донных отложений в зоне аноксии (Мартынова, 2010). Это предположение подтверждают выполненные нами экспериментальные натурные исследования обменных процессов, протекающих на границе «вода – донные отложения».

Высокие концентрации растворенного марганца и железа, систематически наблюдаемые в большинстве водных объектов заповедника, типичны для данной географической зоны. Известно, что в условиях аноксии из донных отложений в воду поступает не только минеральный фосфор, но также марганец и железо (Мартынова, 2010). Одна из причин высокого содержания подвижных форм марганца на водосборе — древесная растительность, поглощающая значительные количества этого элемента. В процессе минерализации древесных остатков и опада подвижные соединения марганца поступают в ландшафт и оседают на дне водоемов, формируя химический состав донных отложений. Обследованные озера имеют разную продолжительность контакта с водами реки или болотными водами, что находит отражение в химическом составе придонной и поровой воды.

Донные отложения озер Чернозерье и Круглое представлены черно-коричневыми илами, очень рыхлыми, тонкодисперсными (почти коллоидными), однородными по глубине. В оз. Калачик илы более светлые, более песчанистые, содержат много опавших листьев. Донные отложения оз. Н. Рустайское схожи с грунтами р. Керженец и представляют собой песчаные аллювиальные отложения. В илах оз. Черное и Чернозерье отмечено наибольшее содержание соединений фосфора (1–2%), марганца и железа (0.1–0.2 и 6–10% соответственно). Концентрации химических элементов в грунтах озер связаны с содержанием в них органического вещества. Согласно нашим исследованиям грунты оз. Чернозерье характеризуются содержанием органических веществ около 80%, при 70% в грунтах оз. Черное, 20% — оз. Круглое, 10% — оз. Калачик. В песчаном грунте оз. Н. Рустайское органические вещества содержатся в следовых концентрациях.

Состав донных отложений отражает разные стадии развития пойменных озер. Накопление органических и минеральных веществ в илах оз. Чернозерье связано с расположением озера в понижении на притеррасной пойме и его заболачиванием, создающим восстановительные условия. В озерах Чернозерье, Калачик высокие концентрации растворенных форм железа (3–3.5 мг/дм³) и марганца (0.4–0.5 мг/дм³) в придонной воде возникают в условиях аноксии, при восстановлении труднорастворимых соединений железа (III) и марганца (IV) до относительно хорошо растворимых соединений железа (II) и марганца (II). В результате формируются диффузионные потоки элементов, направленные из донных отложений в водную толщу, обуславливающие повышение их концентрации в придонной воде.

Значимая часть потока фосфора со дна может формироваться соединениями, высвобождающимися при деструкции органического вещества (ОВ) на поверхности донных отложений, т.е. величина потока фосфора определяется количеством фосфатов, высвобождающихся при деструкции органических веществ. Существует связь между потоком железа и потоком фосфора из донных отложений, что неоднократно подтверждалось данными исследований на других водных объектах (Недогарко, 2007; Мартынова, 2010; Ефимова, Фролова, 2013).

Выводы. В настоящее время водные объекты на территории заповедника могут характеризоваться «условно-фоновым» состоянием и служить своего рода «эталонном» при оценке водных объектов на окружающей ООПТ территории.

Гидрологический режим р. Керженец, разная продолжительность гидравлической связи озер с рекой — важнейший фактор, обуславливающий различия химического состава вод озер. Температура и содержание растворенного кислорода — во многом определяют интенсивность продукционных процессов, наблюдающихся в озерах. Температурный режим озер задается, с одной стороны, продолжительностью ледостава, с другой —

активностью формирования термоклина и глубиной его проникновения в летний период, что в значительной степени определяется морфометрическими особенностями озерных котловин. Особенность режима пойменных озер – насыщение их вод кислородом в непродолжительный период половодья, однако весеннее перемешивание вод не всегда приводит к обогащению их кислородом. Уже на глубине 1–1.5 м в озерах формируются зоны гипоксии или аноксии, которые сохраняются на протяжении всего года. Наличие зон кислородного дефицита поддерживается повышенным содержанием органических веществ (главным образом, трудноокисляемых биохимически веществ аллохтонного происхождения), поступающих с территории водосбора или захороненных в грунтах.

Основными факторами, определяющими характер и интенсивность процессов, протекающих на границе раздела «вода – донные отложения», являются режим растворенного кислорода, температура и химический состав придонных слоев воды, характеристики самих донных отложений (в частности, содержание в них органического вещества).

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (грант № 12-05-00527).

Список литературы

- Баянов Н.Г. Интенсивность продукционно-деструкционных процессов в старицах реки Керженец // Известия КГТУ. Сер. биол. и сельскохозяйств. науки. Калининград: Изд-во КГТУ, 2012. № 24. С. 36–47.
- Ермаченко Л.А., Ермаченко В.М. Атомно-абсорбционный анализ с графитовой печью. М.: ПАИМС, 1999. 219 с.
- Ефимова Л.Е., Фролова Н.Л. Гидрологический мониторинг в пределах особо охраняемых природных территорий // Вода: химия и экология. М: ООО Издат.дом «Библио-Глобус». 2013. № 5. С. 20–28.
- Комарова Н.В., Каменцев Я.С. Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза «Капель». СПб.: ООО Веда, 2006. 212 с.
- Мартынова М.В. Донные отложения как составляющая лимнических экосистем. М.: Наука, 2010. 256 с.
- Недогарко И.В. Химический состав донных отложений Валдайских озер // Вестник Твер. гос. ун-та. Сер. геогр. и геоэкол. Тверь: Изд-во ТГУ, 2007. № 19 [47]. С. 74–85.
- Романенко В.И. Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоемах. Л.: Наука, 1985. 294 с.
- Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоемов и перспективных для промысла районов Мирового океана / Под ред. д.г.н. В.В. Сапожникова. М.: Изд-во ВНИРО, 2003. 202 с.
- Скопинцев Б.А., Гончарова И.А. Использование значений отношений различных показателей органического вещества природных вод для его качественной оценки // Современные проблемы региональной и прикладной гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1987. С. 95–117.

УДК [574.583 (282.2):591](597)

ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ О ЗООПЛАНКТОНЕ РЕКИ КАЙ И ЕЁ ПРИТОКОВ (ПРОВИНЦИЯ КХАНЬХОА, ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ВЬЕТНАМ)

С. М. Жданова¹, Чан Куок Хоан², Чан Дык Дзыен².

¹Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук
152742, Ярославская обл., Некоузский р-н, п. Борок, ИБВВ РАН, zhdanova83@gmail.com

²Российско-Вьетнамский Тропический Центр, Приморское отделение, Вьетнам, Нячанг

В работе приведены первые сведения о видовом составе и количественном развитии зоопланктона р. Кай и её основных притоков (провинция Кханьхоа, Центральный Вьетнам). Показано, что число видов и концентрация планктонных животных возрастает от верхнего течения реки к нижнему.

Ключевые слова: тропики, горно-равнинная река, зоопланктон.

The first data on the composition and quantitative development of zooplankton in the small tropical Cai River (Central Vietnam) have been obtained. In general, the type of changes of taxonomic richness and density along the river profile was classical: the values increased from the upper mountain section to the lower plain parts.

Keywords: zooplankton, river, tropics, Vietnam.

Введение. Река Кай — наиболее значительная река провинции Кханьхоа (Центральное побережье Вьетнама). Протяженность реки составляет около 80 км, площадь водосборного бассейна по разным оценкам от 1450 до 1900 км². Годовой сток в среднем в среднем 1.81 км³. Средний расход воды — 55 м³/с, однако, в течение года сильно варьирует — от 11.6 м³/с в сухой сезон до 602 м³/с в сезон дождей. Дно песчано-галечниковое, в прибрежье — глинисто-иловые отложения. Водная растительность небогатая. В р. Кай впадают многочисленные горные ручьи и ряд сравнительно крупных притоков: Кхе, Кау, Зау и другие. Реки Кхе и Кау характеризуются быстрым течением, протекают по гористой и малонаселенной местности. Река Зау изучалась в верховьях выше по течению от одноименного водохранилища и в равнинной части (ниже водохранилища) недалеко от места впадения в р. Кай. Нижняя равнинная часть р. Зау характеризуется медленным течением и принимает большое количество бытовых стоков, протекая через густонаселенные районы. Температура в исследованных водотоках менялась от +21 до +34°C. Все реки характеризовались очень низкими значениями электропроводности (10–80 мкС/см), что свидетельствует о преимущественно дождевом питании водотоков. Значения pH в водотоках варьировали незначительно (6.9–7.3). Скорости течения на горных участках, как правило, были выше 1 м/с, на равнинных участках рек Кай и Зау они снижались до значений менее 0.1 м/с. Концентрация хлорофил-

ла а в р. Кай и притоках варьировала от 0.4 до 27 мкг/л. Минимальные концентрации пигментов планктона отмечены в верховьях р. Кай, в среднем и нижнем течении они возрастали. Среди притоков р. Кай максимальное содержание хлорофилла отмечено в р. Зау (Экология внутренних вод ..., 2014).

Материалы и методы. В данной работе представлены результаты обработки проб, собранных в мае 2010 г. (сезон малых дождей) и феврале 2012 г. (сухой сезон). Сбор проб зоопланктона осуществляли с помощью мерного ведра (объем проб — 64–150 л) с последующей фильтрацией через планктонную сеть (размер ячеи 64 мкм) и фиксацией 4%-ным формалином. Река Кай изучалась в верхнем и среднем течении, так же исследовались 3 правых притока недалеко от места впадения в р. Кай (рис.).

Цель настоящей работы изучить качественный и количественный состав планктонных животных р. Кай и её основных притоков.

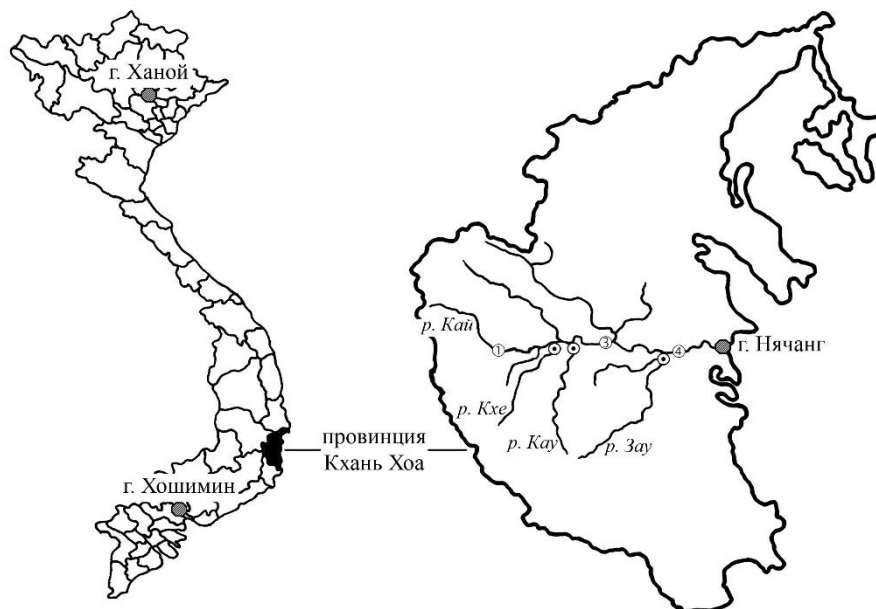


Рис. Карта-схема района исследования.

Результаты и их обсуждение. Таксономический состав. В р. Кай и её притоках в мае 2010 г. и феврале 2014 г. обнаружено 52 таксона зоопланктона из 3 основных систематических групп Rotifera, Cladocera и Copepoda. Однако идентификация некоторых встреченных организмов пока проведена только до надвидовых рангов, поэтому степень таксономического богатства будет уточняться. В р. Кай и её притоках в 2010 и 2014 гг. идентифицировано 40 таксонов коловраток, среди которых наиболее многочисленны семейства Lecanidae и Brachionidae. Преобладание представителей этих семейств служит характерной чертой тропической фауны коловраток Юго-Восточной Азии (Dussart et al., 1984; Segers, 2001). В р. Кай и её притоках обнаружены представители Cladocera из семейств Bosminidae, Sididae, Ilyocriptidae, Macrothricidae и Chydoridae — 10 таксонов. Это в основном придонные и донные кладоцеры. В 2010 и 2014 гг. планктонные копеподы представлены слабо. В основном встречались неполовозрелые и единичные взрослые особи одного из полов, что затрудняло идентификацию рачков до видового уровня. Отмечены представители циклопов родов *Mesocyclops* и *Thermocyclops*.

Количественные характеристики. В мае 2010 г. в р. Кай и её притоках зоопланктон представлен 50 таксонами. Прослеживалась четкая тенденция увеличения таксономического богатства от верхних горных участков бассейна реки к нижним равнинным. Так, в верхнем течении (ст. 1) были встречены всего 5 таксонов планктонных животных. Самое высокое видовое богатство зоопланктона (29 таксонов) было зарегистрировано в устье р. Зау.

В мае 2010 г. численность зоопланктона в исследованных точках варьировала от 0.23 до 21.1 тыс. экз./м³ (таблица). Характер изменений её значений от верховьев к устью реки схож с изменением числа таксонов. В верховьях р. Кай при низкой плотности планктонных животных преобладали коловратки (86% общей численности зоопланктона). В среднем течении численность зоопланктона возрастала при доминировании той же систематической группы (89% общей численности зоопланктона). В нижнем течении количество зоопланктона увеличивалось, но при этом превалировали циклопы младших возрастных стадий (55%). В устьях рек-притоков Кау и Кхе зафиксированы более низкие значения плотности планктонных животных (таблица) по сравнению с устьем р. Зау. В планктоне устьев рек Кау и Кхе преобладали коловратки, а в р. Зау — веслоногие рачки (59% общей численности зоопланктона) и коловратки (40%). Следует обратить внимание на различие в составе доминантных видов на разных участках реки. В верхнем и среднем течении р. Кай (станции 1 и 3) преобладали литоральные зарослевые связанные с субстратом формы коловраток (представители родов *Lecane* и *Notomatta*), а в нижнем течении — типично планктонные представители циклопов и коловраток. Подобное различие отмечено и в зоопланктоне устьев рек-притоков. В устьях рек Кау и Кхе, протекающих по гористой малонаселенной местности, в зоопланктоне преобладали литоральные виды. В медленнотекущей и с богатым водосбором реке

Зау многочисленны типично планктонные представители циклопоид (пр. *Mesocyclops* и *Thermocyclops*) и коловраток (р. *Brachionus*). Вероятно, в верховьях реки созданы неблагоприятные условия для питания и размножения коловраток и ракообразных, поэтому в толще воды отмечены животные, вынесенные током воды из «рефугиумов» и не приспособленные к собственно планктонному образу жизни.

Таблица. Некоторые показатели зоопланктона на разных участках р. Кай и её притоках

Дата	Показатель	Р. Кай			Притоки р. Кай		
		Ст. 1	Ст. 3	Ст. 4	р. Кхе	р. Кау	р. Зау
17.05.2010	S tot*	5	10	17	16	14	29
	N** rotifera	0.19	0.48	0.58	1.17	0.95	8.30
	N cladocera	0.02	0.00	0.19	0.27	0.16	0.31
	N copepoda	0.02	0.06	0.92	0.19	0.36	12.51
	N tot	0.23	0.54	1.69	1.63	1.47	21.12
27.02.2014	S tot	5	7	7	2	3	13
	N rotifera	0.07	0.11	0.37	0.03	0.50	0.23
	N cladocera	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.06
	N copepoda	0.04	0.01	0.20	0.00	0.01	0.24
	N tot	0.11	0.13	0.58	0.04	0.52	0.53

Примечание. * S tot — общее число таксонов, N — численность, тыс. экз./м³.

В феврале 2014 г. плотность зоопланктона изменялась от 0.04 до 0.58 тыс. экз./м³. В феврале 2014 г. общее число обнаруженных таксонов и плотность планктонных животных были ниже по сравнению с наблюдаемым в мае 2010 г., однако общая тенденция изменения исследованных параметров сохранялась (таблица).

Заключение. Таким образом, на первом этапе изучения зоопланктона р. Кай и её притоков идентифицирован 51 таксон планктонных животных. В дальнейшем предполагается, что список видов будет расширяться, благодаря данным, полученным в другие сезоны года. В первом приближении прослеживается тенденция увеличения числа таксонов и численности зоопланктона от верховьев реки к устью, что, вероятно, всего обусловлено гидрологическими (снижением скорости течения), биологическими (увеличение концентрации хлорофилла *a*) факторами, а также возрастающей антропогенной нагрузкой.

Работа выполнена в рамках Программы Эколан-2 «Таксономическое разнообразие, экология и поведение пресноводных гидробионтов» Совместного Российско-Вьетнамского Тропического научно-исследовательского и технологического центра.

Список литературы

- Экология внутренних вод Вьетнама. М.: Т-во научных изданий КМК. 2014. 435 с.
Dussart B.H., Fernando C.H., Matsumura-Tundisi T., Shiel R.J. A review of systematics, distribution and ecology of tropical freshwater zooplankton // *Hydrobiologia*. 1984. V. 113. P. 77–91.
Segers H. Zoogeography of the Southeast Asian Rotifera // *Hydrobiologia*. 2001. V. 446/447. P. 233–246.

УДК 582.526.

МАКРОФИТЫ МАЛОЙ РЕКИ И ЕЕ ПОЙМЕННЫХ ВОДОЕМОВ В ПРЕДЕЛАХ БОЛЬШОГО ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ Р. ВИТЫ, Г. КИЕВ, УКРАИНА)

Ю. В. Житник

Институт эволюционной экологии НАН Украины
Украина, 03143, г. Киев, ул. академика Лебедева, 37, yuliya.zhytnyk@ukr.net

В статье представлен анализ флористических и ценологических особенностей сообществ макрофитов малой реки в условиях городского ландшафта (на примере пойменной системы устья р. Вита, правого притока р. Днепр). Богатый видовой состав, высокая степень флористического сходства с естественными пойменными экосистемами р. Днепр, значительная раритетная составляющая, отмеченные для объекта исследования, свидетельствует о хорошей сохранности и высокой репрезентативности высшей водной растительности устьевых участков реки.

Ключевые слова: макрофиты, малая река, пойменные водоемы, соэкологическая оценка.

The article presents an analysis of the floristic and cenotic features of macrophyte communities under conditions of the urban landscape (as example floodplain system estuarine area of the river Vita, right tributary of the Dnieper). Rich species composition, a high degree of floristic similarity with the natural floodplain ecosystems of the river Dnieper, a significant component of the rarity, marked for the research object, indicates good preservation and high representativeness of higher aquatic vegetation in estuarine of the river.

Keywords: macrophytes, the small river, water objects of floodplain, sozological estimation.

В условиях городской среды очень сложно сохранить целостность и неприкосновенность природной среды, а также, каких либо ее компонентов. Являясь неотъемлемой частью городского ландшафта, разнообразные водные объекты в городской черте зачастую берут на себя функции резерватов биологического разнообразия, при этом испытывая значительные рекреационные нагрузки. Особенно это актуально для г. Киева, городская застройка которого исторически располагалась в долине р. Днепр. Разрастание города затронуло, в первую очередь, пойменные ландшафты, что повлекло за собой трансформацию устьевых участков целого ряда местных мелких рек и речушек.

Река Вита — природный правый приток Днепра, протекающий в южных окраинах г. Киева. В современных условиях река впадает в верховье Каневского водохранилища. Ее устьевая область представляет собой дельтоподобную систему, состоящую ранее из трех, на современном этапе — из двух протоков — Виты и Коники, а также целого ряда пойменных водоемов различного типа (Афанасьев и др., 2001). Устьевая область р. Виты претерпела ряд изменений в результате мелиоративных мероприятий: водность Коника уменьшилась, а участки русла, что объединяли его с р. Вита, потеряла проточность. Несмотря на все это, природные особенности рельефа устьевой области р. Вита (пограничное с городом размещение, заболоченность территорий, регулярный разлив воды во время весеннего половодья) способствовали сохранению приближенного к естественному состоянию местных пойменных ландшафтов. Сегодня эти территории входят в состав одноименного ландшафтного заказника местного значения площадью 1630 га и Регионального ландшафтного парка "Днепропровские острова" — природно-заповедного объекта государственного значения (Объекты ..., 2013).

Труднодоступность водоемов и ненарушенность местообитаний благоприятствовали развитию здесь сообществ целого ряда высших водных растений, в том числе и раритетных видов и сообществ, что свидетельствует о сохранности экосистемы и целесообразности ее охраны.

Комплексные натурные флористические и ценоотические исследования проводились на водоемах и водотоках устьевой области р. Вита в мае–октябре 2012–2014 гг. по общепринятым методикам (Гидробиотаника ..., 2003). Флору высших водных растений (макрофитов) рассматривали в объеме, принятом Катанской (Катанская, 1981). Группы экотипов приняты за В.Г. Папченковым (Гидробиотаника ..., 2003). Классификация растительности осуществлялась с использованием системы единиц, разработанной в странах Центральной Европы (Миркин и др., 1989). Таксономический состав макрофитов определялся с учетом последних флористических сводок (Мосякин, 1999).

Исследованиями были охвачены все типы пойменных водоемов: водоемы, имеющие прямую или косвенную гидравлическую связь с руслом реки; водоемы, не имеющие связи с руслом, но заливаемые во время весеннего половодья и полностью изолированные водоемы.

Исследуемые водоемы характеризуются значительным видовым богатством макрофитов, общее число которых составляет 46 видов, из которых 28 видов (61%) — настоящие водные растения (гидрофиты).

Анализируя экологическую структуру макрофитов пойменных водоемов и приустьевых участков р. Виты, отметим, что среди основных групп экотипов части распределились следующим образом:

- 22% общего флористического списка составили гидрофиты, свободно плавающие в толще и на поверхности воды, (*Ceratophyllum demersum* L., *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Lemna minor* L., *L. trisulca* L., *Riccia fluitans* L., *Salvinia natans* (L.) All., *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid, *Stratiotes aloides* L., *Utricularia vulgaris* L., *Wolffia arrhiza* (L.) Horkel ex Wimm.);

- 13% укорененные гидрофиты с плавающими на воде листьями (*Nymphaea alba* L., *N. candida* Presl, *Nuphar lutea* (L.) Smith., *Potamogeton natans* L., *Polygonum amphibium* L., *Trapa natans* L.);

- 26% погруженные укореняющиеся гидрофиты (*Batrachium foeniculaceum* V. Krecz., *Chara fragilis* L., *Elodea canadensis* Michx., *E. nuttallii* H.St.John, *Myriophyllum spicatum* L., *Najas marina* L., *P. acutifolius* Link, *P. crispus* L., *P. lucens* L., *P. obtusifolius* Mert.et Koch., *P. pectinatus* L., *P. perfoliatus* L.);

- 39% гелофиты или воздушно-водные растения (*Alisma plantago-aquatica* L., *A. lanceolatum* With., *Agrostis stolonifera* L., *Butomus umbellatus* L., *Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult., *Glyceria fluitans* (L.) R. Br., *G. maxima* (Hartm.) Holmb., *Iris pseudoacorus* L., *Oenanthe aquatica* (L.) Poir., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Roripa amphibia* (L.) Bess., *Sagittaria sagittifolia* L., *Scirpus lacustris* L., *Sium latifolium* L., *Sparganium erectum* L., *S. emersum* Rehm., *Typha angustifolia* L., *T. latifolia* L.).

Еще для начала этого века исследователи отмечали высокую степень флористического сходства водоемов устьевой области р. Виты с таковыми Среднего Днепра и высокое видовое богатство как результат наличия целого спектра разнотипных биотопов (Афанасьев и др., 2001). Проведенные нами современные исследования зарастания этих водоемов с данными 15-летней давности, выявили ряд изменений.

В общих чертах современная картина зарастания пойменных водоемов и водотоков приустьевых участков р. Виты также подобна таковой зарастанию пойменных водоемов р. Днепр в среднем его течении (Афанасьев, 1966а, б). Однако следует отметить смену ценоотической роли отдельных видов в результате трансформации естественных биотопов.

Так, на исследуемых водоемах и водотоках лишь изредка встречаются сообщества видов аллювиально-реофильного комплекса (ценозы асс. *Sparganietum erecti* Koll 1938, *Sagittario-Sparganietum emersi* R.Tx. 1953, *Butometum umbellati* (Konczak 1968) Philippi 1973, *Scirpetum lacustris* Schmale 1939, а также *Potametum perfoliati* (W.Koch.1926) Pass.1965), *Nupharetum lutei* Beljavetchene 1990).

Основные площади мелководий зарастают сообществами эвтрофного и эвтрофо-болотного комплекса с доминированием свободноплавающих растений, свидетельствуя о протекании природных сукцессионных процессов эвтрофирования и отмирания водоемов. Анализируя флористические и ценоотические особенности этих сообществ, следует отметить незначительную роль в синузиях свободноплавающих растений пойменных водоемов и нижних участков р. Виты типичных для левобережных пойменных водоемов р. Днепр и прилегающих водохранилищ сообществ асс. *Lemno-Spirodeletum polyrrhizae* W.Koch 1954 с доминированием *Spirodella polyrrhiza*. Главенствующую роль в зарастании водоемов всех типов в конце лета – начале осени играют сообщества с доминированием *Salvinia natans* и *Wolffia arrhiza* (ценозы асс. *Wolffietum arrhizae* Miyaw. et Tx.1960, *Spirodelo-Salvinietum natantis* Slavnic 1956). Отметим, что *Wolffia arrhiza* в начале прошлого века отмечалась ботаниками в районе г. Киева

только для левого берега (Семенкевич, 1926), сегодня же этот вид является типичным представителем всех пойменных водоемов Днестра в районе города.

Phragmites australis — вид, широко распространенный на водохранилищах Днестра, ценозы с доминированием которого (асс. *Calistegio-Phragmitetum* V. Golub. et Mirkin 1986, *Thelypteridi-Phragmitetum* Kuiper 1957, *Phragmitetum communis* (Gams. 1927) Schale 1939) занимают там огромные площади, в приустьевой пойме р. Виты встречается изредка. Более высокую ценозическую активность тут проявляют сообщества с доминированием *Typha angustifolia* и *Glyceria maxima*.

Нам не удалось подтвердить находки редкого охраняемого вида — *Aldrovanda vesiculosa* L., наводимого для временных пойменных водоемов (Афанасьев и др., 2001). Вместо этого сегодня мы наблюдаем проникновение в рукава и протоки устьевой области реки относительно нового для Украины инвазионного вида *Elodea nuttallii*.

Почти 20% видового разнообразия макрофитов, встречающихся в устье р. Виты, являются зоологически ценными. Здесь отмечены 2 вида, внесенные в списки Красной книги Украины (Червона, 2009), Международного красного списка МСОП (Червоный список ...) и списка Бернской конвенции (Конвенция ...) — *Salvinia natans*, *Trapa natans*, 6 произрастающих тут видов макрофитов — *Nymphaea alba*, *N. candida*, *Nuphar lutea*, *Potamogeton acutifolius*, *P. obtusifolius*, *Wolfia arrhiza* внесены в Красный список макрофитов Украины (Макрофиты, 1993). На водоемах пойменной системы р. Виты распространены 5 сообществ Зеленой книги Украины (Зеленая ..., 2009): *Ricciatum fluitantis* Slavnic 1956, *Wolffietum arrhizae* Miyaw. et Tx. 1960, *Spirodelo-Salvinietum natantis* Slavnic 1956, *Nupharetum lutei* Beljavetchene 1990, *Nupharo-Nymphaeetum albae* (Nowinski 1930) Tomasz. 1977, *Potametum obtusifolii* (Carst. 1954) Segal 1965 и сообщества с доминированием *Sagittaria sagittifolia*.

Богатый видовой состав, высокая степень флористического сходства с естественными пойменными экосистемами р. Днестр до его зарегулирования, а также высокая доля раритетной составной, отмеченные нами для пойменных водоемов и водотоков устьевой области р. Виты, свидетельствует о хорошей сохранности и высокой репрезентативности высшей водной растительности исследуемого участка малой реки. Это подтверждает необходимость поддержания на данных территориях особо охраняемого режима в рамках объекта природно-заповедного фонда.

Список литературы

- Афанасьев С.А., Карпова Г.А., Панькова Н.Г., Куриленко О.Г. Макрофиты и донная фауна водоемов устьевой области р. Виты // Гидробиол. журн. 2001. Т. 37, № 2. С. 26–33.
- Афанасьев Д.Я. Прибрежно-водная растительность верхнего та среднего полиського Дніпра і водойм його заплави // Укр. ботан. журн. 1966. Т. 23, № 1. С. 5–9.
- Афанасьев Д.Я. Прибрежно-водная растительность лесостепового та степового Дніпра і водойм його заплави // Укр. ботан. журн. 1966а. Т. 23, № 4. С. 44–49.
- Гидробиотика. Методология, методы / Научные редакторы В.Г. Папченко, А.А. Бобров, А.В. Щербаков, Л.И. Лисицына. — Рыбинск, 2003. — 188 с.
- Зелена книга України / Під заг. ред. Я.П. Дідуха. К.: Альтерпрес, 2009. 448 с.
- Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Л.: Наука, 1981. 185 с.
- Конвенція про охорону дикої флори та фауни і природних середовищ існування в Європі. Верховна Рада України. Офіційний веб-сайт. — http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/995_032 35.
- Макрофиты — индикаторы изменений природной среды / Отв. ред. С. Гейны, К.М. Сытник. К.: Наук. думка, 1993. 434 с.
- Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломещ А.И. Методические указания для практикума по классификации растительности методом Браун-Бланке. Уфа: Изд-во Башкирского ун-та, 1989. 38 с.
- Об'єкти природно-заповідного фонду місцевого значення м. Києва. 2013. Україна інкогніто. Електронний ресурс. — <http://ukrainaincognita.com/ru/botanični-sady/obekty-prirodno-zapovidnogo-fondu-mistseвого-znachennya-mista-kyeva>
- Семенкевич Ю.М. Деякі доповнення до флори околиць Києва // Вісник Київського ботанічного саду. К.: [б.в.], 1925. Вип. 3. С. 35–48.
- Семенкевич Ю.М. Деякі доповнення до флори околиць Києва // Вісник Київського ботанічного саду. К.: [б.в.], 1926. Вип. 4. С. 45–58.
- Червона книга України. Рослинний світ / Під заг. ред. Я.П. Дідуха. К.: Глобалконсалтинг, 2009. 912 с.
- Червоный список МСОП. IUCN. Офіційний веб-сайт. — <http://www.iucnredlist.org>
- Mosyakin S., Fedoronchuk M.M. Vascular plants of Ukraine: A Nomenclatural Checklist. Kiev, 1999. 346 p.

УДК. 595.122.21+591.69-7

ЗНАЧЕНИЕ МАЛЫХ РЕК В СТРУКТУРЕ ОЧАГА ОПИСТОРХОЗА В БАССЕЙНЕ ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ (ЯРОСЛАВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А. Е. Жохов, М. Н. Пугачева, В. Н. Михеев*

Институт биологии внутренних вод РАН — ИБВВ, Ярославская обл., пос. Борок, e-mail: zhokhov@ibiw.yaroslavl.ru

*Институт проблем экологии и эволюции РАН — ИПЭЭ, Москва, e-mail: vicnikmik@gmail.com

Приведены данные о зараженности сеголеток плотвы описторхидными метацеркариями (42.5–100% и более 100 цист на рыбу в отдельных выборках), а также о неравномерном распределении зараженных мальков в реке по градиенту течения в двух притоках Рыбинского водохранилища — Сутка и Ильдь. Описторхидные метацеркарии встречались только в верхнем течении рек, и отсутствовали в зоне подпора. Высказывается предположение, что дефинитивным хозяином описторхид в данном очаге может быть речной бобр, поскольку повсюду в местах лова мальков видны следы присутствия бобров.

Ключевые слова: малые реки, Волга, описторхоз, метацеркарии, речной бобр.

The infection rate by opisthorchiid metacercariae in underyearlings of roach *Rutilus rutilus* has been studied in tributaries of Rybinsk reservoir – rivers Sutka and Ild'. Overall, 42.5–100% of underyearlings were infected with > 100 cysts in some samples. Opisthorchiid metacercariae were found only upstream of the streams and were absent in backwater zone of reservoir. It is supposed that the definitive host of the opisthorchiid metacercariae in this locus can be European beaver.

Keywords: stream, Volga River, opisthorchosis, metacercariae, European beaver.

Описторхоз относится к природноочаговым паразитозам, приуроченным к бассейнам крупных равнинных рек Евразии. Большинство очагов описторхоза располагаются в поймах рек («пойменный тип»), однако в пределах некоторых эндемичных территорий (в Украине, Казахстане) встречаются истинно речные очаги, приуроченные к малым рекам (Сидоров, 1983; Беэр, 2005). В качестве общей закономерности прослеживается снижение уровня эндемии по мере продвижения от крупных рек к верховьям их притоков (Беэр, 2005).

В ареале описторхоза выделяют несколько крупных очагов, привязанных к большим речным бассейнам (Беэр, 2005). В этом ряду обширный Волжско-Камский очаг описторхоза относится к гипоэндемичной территории со слабой зараженностью населения. По последним данным, большинство случаев заболевания людей отмечены в бассейне Камы (Пермский край, Кировская обл., Башкортостан), а также Средней и Нижней Волги (Татарстан, Удмуртия, Самарская, Волгоградская и Астраханская обл.) (Онищенко, 2012). На территории Вологодской, Ярославской и Тверской областей случаи описторхоза у людей отсутствуют или регистрируются единично (Беэр, 2005). Тем не менее, личиночные стадии описторхид у моллюсков и рыб на территории этих областей отмечались в малых реках (Молодощникова, 2006). В статье рассматривается необычно высокая зараженность мальков плотвы описторхидными метацеркариями (предположительно *Opisthorchis felineus*), а также неравномерное распределение зараженных мальков в реке по градиенту течения в двух притоках Рыбинского водохранилища.

Материал для исследования собран на двух реках Ярославской обл. (Некоузский р-он). Река Сутка — приток Рыбинского водохранилища первого порядка, р. Ильдь — приток р. Сутка. Обе реки относятся к категории малых рек, длина р. Сутка составляет 80 км, длина р. Ильдь — 56 км. У обеих рек имеются четко выраженные зоны подпора водохранилища, в которых течение крайне замедленно, имеется обширная мелководная зона, подверженная осушению при колебаниях уровня воды. В зонах среднего течения наблюдается чередование мелких каменисто-галечных перекатов и плесов с ярко выраженным течением. Для верхнего течения этих рек характерно чередование узких протоков с плесами, течение очень слабое, летом протоки и плесы сильно зарастают водной растительностью.

Сеголеток плотвы ловили мальковой волокушей на мелководье в р. Сутка в период с 5 по 13 июля 2012 г., в р. Ильдь — в период с 26 июня по 10 июля 2011 г. В обеих реках материал был собран на двух участках (зона подпора и верхнее течение реки) на 10 случайно выбранных в пределах каждого участка станциях (всего 40 выборок). Расстояние между крайними точками лова в р. Сутка в верхнем течении и в зоне подпора составляло 10–13 км, в р. Ильдь — 1–2 км. Объем выборок и размеры мальков приведены в таблице 1. Пойманных сеголеток охлаждали в термосе со льдом, доставляли в лабораторию и исследовали в течение 2–4 час. Мальков вскрывали компрессорным методом под бинокуляром, используя большие предметные стекла.

Всего у сеголеток плотвы в исследованных реках обнаружено 6 видов метацеркарий трематод (табл. 2, 3), большинство из которых встречались у рыб в обеих зонах течения. Описторхидные метацеркарии у мальков в обеих реках встречались только в верхнем течении рек и отсутствовали в зоне подпора водохранилища. Зараженность мальков была очень высокой (табл. 2, 3).

Таблица 1. Характеристики выборок мальков плотвы из рек Сутка и Ильдь (Ярославская обл.)

Выборка (экз.) и длина тела мальков (мм)	Р. Сутка		Р. Ильдь	
	Верхнее течение	Зона подпора	Верхнее течение	Зона подпора
Выборка, всего (среднее)	497 (39.7)	397 (50)	435 (43.5)	395 (39.5)
Длина тела, среднее (пределы)	23 (20-28)	25 (23-28)	22 (17.5-25)	28 (20-36)

Таблица 2. Зараженность мальков плотвы метацеркариями трематод в р. Ильдь

Участки реки	Число выборок	Виды метацеркарий	Зараженность мальков		
			ЭИ, среднее ± SE	ИО, среднее ± SE	ИИ
Зона подпора	10	<i>Posthodiplostomum cuticola</i>	3.2±0.4	0.03±0.004	1
		<i>Paracoenogonimus ovatus</i>	18±3.2	0.26±0.05	1-5
		<i>Diplostomum</i> sp.	21.8±5	0.32±0.09	1-5
		<i>Ichthyocotylurus variegatus</i>	5.9	0.06	1
Верхнее течение	10	<i>Bucephalus polymorphus</i>	10.4±3.1	0.13±0.04	1-2
		<i>Opisthorchidae</i> sp.	71.3±29	12.9±10.4	1-56
		<i>Diplostomum</i> sp.	29±23.5	0.45±0.4	1-3

Примечание. Здесь и в таблице 3: ЭИ — экстенсивность инвазии, %; ИИ — индекс обилия, экз.; ИИ — интенсивность инвазии, пределы, экз.; SE — стандартная ошибка.

В р. Сутка в 8 из 10 выборок зараженность достигала 100%, в р. Ильдь — в 2 из 6 выборок зараженность была 42.5% и 100%, остальные выборки не заражены *O. felineus*. Интенсивность инвазии двухмесячных мальков также высокая, в отдельных выборках превышала 100 цист на рыбу. Отсутствие метацеркарий у рыб в зоне подпора связано с низкой численностью здесь моллюсков-битиниид. Интересно, что в р. Битюг (Воронежская обл.) наблюдалась противоположная картина — зараженность рыб метацеркариями описторхиса возраста-

ла от верхнего течения к нижнему (Ромашов и др., 2005). Такие различия объясняются различным масштабом сравниваемых рек, поскольку р. Битюг (длина 300 км) относится к категории средних рек.

Высокая зараженность мальков плотвы описторхидными метацеркариями позволяют говорить, что в верхнем течении рек Сутка и Ильдь, по-видимому, уже довольно долгое время существуют устойчивые очаги описторхоза с высокой зараженностью рыб. В верхнем течении р. Сутка на участке протяженностью 10–13 км при случайном выборе мест лова во всех точках у сеголеток плотвы найдены метацеркарии описторхиса. Зараженность рыб старших возрастов должна быть также очень высокой, поскольку взрослые рыбы — более крупная мишень для церкариев описторхид. Существование очага здесь подтверждают полученные ранее данные по зараженности рыб (плотва, язь, верховка) и моллюсков (*Bithynia tentaculata*) личиночными стадиями описторхид (Молодощникова, 2006). Важно отметить, что для предыдущего исследования рыбы и моллюски собраны в тех же самых местах верховой рек Сутка и Ильдь, но в меньшем диапазоне точек.

Таблица 3. Зараженность мальков плотвы метацеркариями трематод в р. Сутка

Участки реки	Число выборок	Виды метацеркарий	Зараженность мальков		
			ЭИ, среднее ± SE	ИО, среднее ± SE	ИИ
Зона подпора	10	<i>Posthodiplostomum cuticola</i>	3.1±0.55	0.04±0.01	1-2
		<i>Paracoenogonimus ovatus</i>	10.2±1.4	0.1±0.02	1-2
		<i>Diplostomum</i> sp.	12.2±3	0.15±0.04	1-3
		<i>Bucephalus polymorphus</i>	3.6±1.8	0.04±0.02	1
Верхнее течение	10	Opisthorchidae sp.	94.9±3.3	23.8±9.3	1-157
		<i>Diplostomum</i> sp.	6.1±3.9	0.06±0.04	1
		<i>Paracoenogonimus ovatus</i>	2.6	0.03	1
		<i>Bucephalus polymorphus</i>	8.8±6.2	0.14±0.11	1-3

При наличии устойчивого очага описторхоза с высокой зараженностью промежуточных хозяев важно знать, кто из позвоночных служит окончательным хозяином трематод и ответственен за существование данного очага. В качестве дефинитивных хозяев *Opisthorchis felineus* в целом зарегистрированы 34 вида млекопитающих (Сидоров, 1983). Важность разных видов млекопитающих как хозяев *O. felineus* не одинакова, а значение того или иного вида как основного хозяина в конкретном месте определяется его связью с водоемами, так как от этого зависит вероятность попадания яиц описторхисов в воду и их контакт с моллюсками — первыми промежуточными хозяевами. Интересный анализ различных видов млекопитающих как хозяев *O. felineus* сделан Е.Г. Сидоровым (1983), который пришел к выводу, что в существовании известных на данный момент природных очагов описторхоза наибольшее значение имеют водные грызуны (ондатра и водяная полевка).

Мы хотим обратить внимание на роль речного бобра как хозяина описторхиса. Имеющиеся данные о зараженности бобров *O. felineus* ограничиваются тремя случаями (Сидоров, 1983), что недостаточно для оценки роли этого вида в эпизоотологии описторхоза. В работе (Ромашов и др., 2005) прямо указано, что в Хоперском заповеднике бобр служит одним из основных хозяев описторхиса, поскольку бобр испражняется в воду и, следовательно, все яйца описторхиса становятся доступными для моллюсков. Во всех пунктах на реках Сутка и Ильдь, где мы регистрировали высокую зараженность мальков плотвы, заметны следы жизнедеятельности бобров, что свидетельствует об их высокой плотности. Отметим, что на соседней р. Латка численность бобров достигала 1.3 особи на 1 км берега (Завьялов, 2007). Рассматривая возможную роль бобра как хозяина *O. felineus*, следует обратить внимание на то, что численность этого вида в последние десятилетия по всему ареалу существенно увеличилась и продолжает расти быстрыми темпами (Борисов, 2011) на фоне стабильной численности других околотовных млекопитающих (ондатра, норка). Формированию природных очагов описторхоза на малых реках может благоприятствовать строительная деятельность бобров, так как бобровые плотины и формируемые ими пруды изменяют гидрологический режим реки и создают благоприятные условия для моллюсков-битиниид (Попелуев, 1991).

В период быстрого роста популяции бобры активно распространяются и заселяют новые водоемы. Встречаются они и на берегах Рыбинского водохранилища. Известно, что в крупных водохранилищах складываются неблагоприятные условия для моллюсков-битиниид (Плющева, Герасимов, 1991; Чефранова, 1991). Тем не менее, моллюски родов *Opisthorchophorus* и *Bithynia* в водохранилищах встречаются, хотя популяции с высокой плотностью редки и локальны, приурочены к устьям рек. Если наше предположение о значении бобра как хозяина *O. felineus* верно, то ситуация по описторхозу в бассейне Рыбинского водохранилища может измениться в худшую сторону — локальные очаги описторхоза могут появиться в самом водохранилище.

Список литературы

- Безр С.А. Биология возбудителя описторхоза. Товарищество научных изданий КМК. М., 2005. 336 с.
- Борисов Б.П. Состояние охотничьих ресурсов в Российской Федерации в 2008–2010 гг. // Информационно-аналитические материалы. 2011. Вып. 9. С. 86–90.
- Завьялов Н.А. Экосистема малой реки в изменяющихся условиях среды. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2007. С. 26–34.
- Молодощникова Н.М. Зараженность моллюсков и рыб личиночными стадиями трематод семейства Opisthorhidae на территории Ярославской области // Мед. паразитол. и паразитарные болезни. 2006. № 4. С. 34–37.
- Онищенко Г.Г., 2012 (http://rospotrebnadzor.ru/rss_all/-/asset_publisher/Kq6J/).
- Плющева Г.Л., Герасимов И.В. Влияние гидростроительства в бассейне Волги на ситуацию по описторхозу и дифиллоботриозу // Эволюция паразитов. Материалы I Всесоюзного симпозиума. Тольятти, 1991. С. 216–220.

- Поцелуев А.Н. Роль малых гидротехнических объектов в изменении условий обитания моллюсков – первых промежуточных хозяев описторхиса // Мед. паразитол. и паразитарные болезни. 1991. № 5. С. 32–34.
- Ромашов Б.В., Ромашов В.А., Семенов В.А., Филимонова Л.В. Описторхоз в бассейне Верхнего Дона (Воронежская область): фауна описторхид, эколого-биологические закономерности циркуляции и очаговость описторхозов. Воронеж: Воронежский государственный университет, 2005. 201 с.
- Сидоров Е.Г. Природная очаговость описторхоза. Алма-Ата: Наука, 1983. 238 с.
- Чепранова Ю.А. Биоэкологические условия циркуляции описторхоза на водохранилищах Верхней Волги // Эволюция паразитов. Материалы I Всесоюзного симпозиума. Тольятти, 1991. С. 220–223.

УДК 58.056

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА МАЛЫХ РЕК АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ МУССОННОГО КЛИМАТА

Е. Ю. Зарубина

Институт водных и экологических проблем СО РАН,
ул. Морской пр., 2, Новосибирск 630090 Россия. E-mail: zeur11@mail.ru

В статье приведена характеристика современного состояния растительного покрова малых водотоков нижнего течения р. Зея. Показано, что таксономический состав, экологическая структура и тип зарастания водотоков полностью отражают особенности муссонного климата и гидрологического режима исследованных рек.

Ключевые слова: высшая водная растительность, таксономическое разнообразие, экологическая структура, малые реки, Амурская область.

In this article the characteristic of current situation of small streams vegetation in the downstream of the Zeya River was produced. It was indicated that the taxonomic composition, structure and ecological type of overgrowing of waterways completely reflect the features of monsoon climate and hydrological regime of rivers.

Keywords: aquatic vegetation, taxonomic diversity, ecological structure, small rivers, Amur region.

Высшая водная растительность, существуя на границе вода – суша, является одним из важнейших компонентов водных экосистем. На характер её развития, богатство видового состава, жизненность и продуктивность влияет целый комплекс абиотических и биотических факторов. Для растительности малых рек важнейшими из них являются климат территории, гидрологический режим и особенности водосборного бассейна.

Для бассейна нижней Зеи характерна густая речная сеть, которая образована преимущественно малыми реками. Муссонный характер климата бассейна определяет важнейшие черты гидрологического режима рек, основной фазой водного режима которых в тёплое время года являются дождевые паводки, доля которых составляет в среднем 50–70% общего годового стока. В периоды затяжных дождей уровень воды в реках поднимается на 4–6 м, а скорость течения увеличивается с 0.2–0.5 до 3.0–4.0 м/с. Наступление максимальных уровней воды в большинстве рек приходится на август (Хлынина, 2005).

Благодаря равнинному рельефу территории реки имеют неслышные уклоны русел, сильно меандрируют и расчленены на плесы и перекаты. Донные отложения водотоков достаточно подвижны и представлены преимущественно галечниково-песчаными отложениями, в редких случаях с примесью илистых фракций. Для них свойственно низкое содержание гумуса (0.1–2.4%) и ила (0.8–4.0%) (Пузанов и др., 2013).

Чередование меженных и паводковых периодов в целом благоприятно сказывается на общей экологической обстановке речных экосистем, так как в результате прохождения паводковых вод снижается биогенная нагрузка на водотоки. (Пузанов и др., 2014).

Исследуемая территория относится к Нижне-Зейскому флористическому району, который охватывает Амурско-Зейскую и Зейско-Бурейскую равнины, а также Амуро-Зейское плато. На большей части территории доминируют лиственничные леса со значительным включением сосны. Своеобразной особенностью этого района является наличие марей (слабо облесенных и безлесных сфагновых болот, расположенных в долинах малых рек). Суммарная площадь крупных водно-болотных угодий различного типа в экорегионе очень высока и составляет около 20% всей территории (Васильев и др., 1985).

Цель работы – изучить особенности таксономической и экологической структуры растительного покрова малых водотоков нижнего течения р. Зея в условиях муссонного климата.

Материалом для работы послужили гербарные сборы и геоботанические описания высшей водной растительности, выполненные во время экспедиционных исследований в нижнем течении р. Зея в сентябре 2013 г. и июне-июле 2014 г. Всего было обследовано 8 водотоков: малые реки (Гальчиха и Каменушка); ручьи (Иверский, Золотой, Медный, Никольский, Охотничий и Серебряный).

Исследование растительного покрова водотоков проводили стандартными методами (Катанская, 1981). При таксономической обработке использованы определители (Гарибова и др., 1978; Игнатов, Игнатова, 2003, 2004; Флора Сибири, 1988–1998; Флора ..., 2006).

Водотоки нижнего течения р. Зея отличаются высоким таксономическим разнообразием. При проведении исследований обнаружено 38 видов макрофитов из 5 отделов, 20 семейств и 33 родов, что составляет около половины общего списка видов, указанных Я.В. Болотовой (2009) для водной флоры Нижне-Зейского флористического района в целом (таблица). По числу видов доминируют цветковые растения (29 видов), среди которых доля однодольных составляет 55%, что свойственно большинству гидрофильных флор Голарктики, в том числе и водной флоре Амурской области (Болотова, 2009). Заболоченность водосборов большинства исследо-

ванных рек привела к высокому видовому разнообразию в семействах осоковых и злаковых, а также создала благоприятные условия для существования различных видов мхов, что присуще флоре Амурской области в целом (Кожевников, 2003). В исследованных водотоках обнаружено 7 видов мохообразных из 6 семейств и 2 отделов: Marchantiophyta и Bryophyta.

Таблица. Распространение высших водных растений в малых реках и ручьях Амурской области

№№	Таксон	Реки		Ручьи					
		Гальчиха	Каменущка	Иверский	Золотой	Никольский	Медный	Охотничий	Серебряный
	Отд. Chlorophyta - Зеленые водоросли								
I	сем. Cladophoraceae - Кладофоровые								
1	<i>Cladophora fracta</i> Mull. ex Vahl Kutz.	+	-	-	+	+	+	+	+
	Bryophytes - Мохообразные								
	Отд. Marchantiophyta - Печеночные мхи								
II	сем. Marchantiaceae - Печеночные мхи								
2	<i>Marchantia polymorpha</i> L.	-	+	-	+	-	+	-	+
	Отд. Bryophyta - Мхи, или листостебельные мхи								
III	сем. Sphagnaceae - Сфагновые								
3	<i>Sphagnum squarrosum</i> Crome	-	-	-	-	-	-	+	-
IV	сем. Bryaceae - Бриевые								
4	<i>Bryum pallescens</i> Sw.	-	-	-	-	-	-	-	+
V	сем. Mniaceae - Мниевые								
5	<i>Rhizomnium punctatum</i> (Hedw.) T.Kop.	+	+	-	+	-	-	-	-
VI	сем. Callergonaceae - Каллергониевые								
6	<i>Warnstorfia pseudostraminea</i> (Muell. Hul.) Tuom. Et T. Kop.	-	-	-	-	-	-	-	+
VII	сем. Amblystegiaceae - Амблистегиевые								
7	<i>Drepanocladus aduncus</i> (Hedw.) Wamst.	-	-	-	+	-	-	-	-
8	<i>Leptodictyum riparium</i> (Hedw.) Wamst.	+	+	-	-	-	-	-	-
	Отд. Equisetophyta - Хвощевые								
VIII	сем. Equisetaceae - Хвощевые								
9	<i>Equisetum fluviatile</i> L.	-	-	-	+	-	-	+	+
	Отд. Magnoliophyta - Цветковые								
	Кл. Magnoliopsida - Магнолиевидные, или Двудольные								
IX	сем. Ranunculaceae - Лютиковые								
10	<i>Batrachium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	+
11	<i>Ranunculus gmelinii</i> DC.	+	-	+	+	-	+	+	+
12	<i>Caltha membranacea</i> (Turcz.) Schipca	+	-	-	+	-	-	-	+
X	сем. Polygonaceae - Гречишные								
13	<i>Rumex maritimus</i> L.	+	-	-	-	+	-	-	-
XI	сем. Violaceae - Фиалковые								
14	<i>Viola epipsiloides</i> A. et D. Love	+	+	-	-	-	-	+	+
XII	сем. Salicaceae - Ивовые								
15	<i>Salix</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+
XIII	сем. Onagraceae - Кипрейные								
16	<i>Epilobium fauriei</i> Levl.	-	-	-	-	-	-	-	+
17	<i>Epilobium</i> sp.	+	+	-	-	+	-	-	+
XIV	сем. Apiaceae - Зонтичные								
18	<i>Cicuta virosa</i> L.	+	+	-	+	+	+	+	+
XV	сем. Menyanthaceae - Вахтовые								
19	<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	+	+	-	-	+	-	-	-
XVI	сем. Hippuridaceae - Хвостниковые								
20	<i>Hippuris vulgaris</i> L.	-	+	-	+	-	+	-	-
XVII	сем. Callitrichaceae - Болотниковые								
21	<i>Callitriche hermaphrodita</i> L.	-	-	-	+	-	-	-	-
22	<i>C. palustris</i> L.	+	-	-	-	-	-	-	+
	Кл. Liliopsida - Лилиецветные, или Однодольные								
XVIII	сем. Iridaceae - Ирисовые								
23	<i>Iris laevigata</i> Fisch. et Mey	+	+	-	-	-	-	-	-
XIX	сем. Juncaceae - Ситниковые								
24	<i>Juncus minutulus</i> Albert et Jahandiez	-	-	-	+	-	-	-	-
25	<i>J. turczaninowii</i> (Buehenau) Freyn	-	-	-	-	-	-	-	+

№№	Таксон	Реки		Ручьи					
		Гальчиха	Каменушка	Иверский	Золотой	Никольский	Медный	Охотничий	Серебряный
XX	сем. Cyperaceae - Осоковые								
26	<i>Bolboschoenus sp.</i>	+	-	+	+	-	-	+	+
27	<i>Cyperus orthostachys</i> Franch. et Savat	-	-	-	-	+	-	-	-
28	<i>Carex appendiculata</i> (Trautv. et Meyer) Kuk	-	-	+	+	-	-	+	+
29	<i>C. lapponica</i> O. Lang	-	-	-	+	-	-	-	-
30	<i>C. rhynchophysa</i> C.A. Mey	+	+	+	+	-	+	+	+
31	<i>Eleocharis sp.</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
32	<i>Scirpus sylvaticus</i> L.	+	+	-	-	-	-	-	-
XXI	сем. Poaceae - Злаки								
33	<i>Agrostis gigantea</i> Roth	+	+	-	-	+	-	+	+
34	<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.	-	-	-	-	-	-	+	-
35	<i>Beckmania syzigachne</i> (Steud.) Fern	+	-	-	-	-	-	-	+
36	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth.	+	-	+	+	+	+	+	+
XXII	сем. Sparganiaceae - Ежеголовниковые								
37	<i>Sparganium sp.</i>	-	+	+	-	-	-	+	-
XXIII	сем. Typhaceae - Рогозовые								
38	<i>Typha orientalis</i> C. Presl.	-	-	-	-	-	-	-	+
	Итого видов	19	14	7	18	8	7	11	21

Муссонный характер климата и связанные с ним постоянные паводки, ведущие к резкому увеличению расходов рек и колебанию уровня воды, оказали значительное влияние на структуру растительности исследованных водотоков. Во флоре полностью отсутствуют не укореняющиеся растения, такие как роголистники, пузырчатки, ряски, которые отмечены другими авторами для Амурской области (Болотова, 2009). Несмотря на преобладание в водной флоре Амурской области полностью погруженных растений (Болотова, 2009), в период исследований в водотоках их обнаружено всего четыре вида: макроводоросль *Cladophora fracta*, водяной мох *Leptodictyum riparium* и, из цветковых растений, *Callitriche hermaphroditica* и *Ranunculus gmelinii*. Эти виды очень полиморфны и, в зависимости от условий, могут существовать в наземной, мелководной и глубоководной формах. В сентябре 2013 г. после катастрофического наводнения слабо прикрепляющаяся к грунту кладофора в водотоках встречалась очень редко и, преимущественно, в затишных местах — заводях. В конце июня — начале июля 2014 г. отмечено массовое развитие этой водоросли на отдельных участках большинства водотоков, что свидетельствует об увеличении сапробности этих участков.

В целом, регулярно повторяющиеся паводки, связанные с ними колебания уровня воды, достаточно подвижные донные грунты, а также заболоченность водосборов привели к преобладанию в экобиоморфологической структуре флоры группы полупогруженных растений (37% всех видов) и растений болотистых местообитаний (39% всех видов). Большинство полупогруженных растений является вегетативно подвижными, т.е. обладает хорошо выраженной способностью к расселению и вегетативному размножению, что позволяет им легко приспосабливаться к резко меняющимся условиям в прибрежной зоне водотоков.

По числу видов исследованные водотоки можно разделить на три группы: с высоким (18–21 вид), средним (11–14 видов) и низким (7–8 видов) видовым разнообразием. Максимальное число видов отмечено в р. Гальчиха, руч. Золотой и Серебряный, минимальное — в руч. Никольский, Иверский и Медный.

Высшая водная растительность в исследованных малых реках и ручьях встречается как вдоль берегов, так и непосредственно в русле водотока. В верхнем и среднем течении рек Гальчиха и Каменушка русло сильно затенено кустарником (ивой, ольхой, черемухой, спиреей, шиповником) и осоково-злаковым разнотравьем (*Carex rhynchophysa*, *Bolboschoenus sp.*, *Agrostis gigantea* и др.), местами почти сомкнувшими берега. В русле на каменистом грунте на глубине 0.1–0.3 м доминируют водные мохообразные (*Marchantia polymorpha*, *Leptodictyum riparium*), на заиленных участках — лютик Гмелина (*Ranunculus gmelinii*). На влажных береговых склонах в супралиторали преобладают мхи (*Rhizomnium punctatum*) среди которых довольно часто встречается фиалка ползучая (*Viola epipsiloides*). Тип зарастания, по классификации З.В. Синкявичене (1992), в истоках — сплошной, в среднем течении — фрагментарный, в нижнем — сильно фрагментарный.

Для ручьев Золотой, Серебряный, Медный и Иверский характерно развитие в русле (как на течении, так и в затишных местах) лютика Гмелина. Растения имеют высокую жизненность, цветут и плодоносят, проективное покрытие в сообществах достигает 80%. Довольно часто в русле встречается хвостик обыкновенный, образующий как подводную (var. *fluvitans*), так и наземную (var. *terrestre*) формы. Вдоль берегов распространены обширные заросли осок (проективное покрытие до 90%), хвоща речного, злаков. Тип зарастания — прибрежно-фрагментарный, фрагментарный, а в истоках ручья Никольский — сплошной.

Таким образом, высшая водная растительность полностью отражает особенности муссонного климата и гидрологического режима данных рек. Многочисленные паводки в теплое время года и связанные с ними коле-

бания уровня воды, увеличение скорости течения и повышение мутности, а также заболоченность водосборов привели к преобладанию во флоре мохообразных, осоковых и злаковых, а в экобиоморфологической структуре — полупогруженных растений и растений болотистых местообитаний.

Муссонный характер климата повлиял и на особенности зарастания исследованных водотоков, в которых не смотря на мелководность и наличие большого количества заводей, доминирует фрагментарный и прибрежно-фрагментарный тип зарастания.

Многочисленные паводки в теплое время года являются благоприятным фактором для самоочищения водотоков и способствуют расселению водных растений.

Исследования выполнены в рамках НИР «Восток-Экомониторинг» (государственный контракт №671-8408/12).

Список литературы

- Болотова Я.В. Водные растения Амурской области: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Благовещенск, 2009. 218 с.
- Васильев Н.Г., Матюшкин Е.Н., Купцов Ю.В. Зейский заповедник // Заповедники СССР. Заповедники Дальнего Востока. М.: Мысль, 1985. С. 92–111.
- Гарибова Л.В., Дундин Ю.И., Колтяева Т.Ф., Филин В.Р. Водоросли, лишайники и мохообразные СССР. М.: Мысль, 1978. 365 с.
- Игнатов М.С., Игнатова Е.А. Флора мхов средней части европейской России. Том. 1. Sphagnaceae – Hedwigiaceae. М.: КМК, 2003. С. 1–608.
- Игнатов М.С., Игнатова Е.А. Флора мхов средней части европейской России. Том. 2. Fontinalaceae – Amblystegiaceae. М.: КМК, 2004. С. 609–994.
- Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения. Л.: Наука, 1981. 188 с.
- Кожеевников А.Е. Биологическое разнообразие сосудистых растений российского Дальнего Востока: основные флористико-систематические параметры // Вестник ДВО РАН. 2003. № 3. С. 39–53.
- Пузанов А.В., Кириллов В.В., Безматерных Д.М. Оценка современной геоэкологической ситуации позиционного района космодрома «Восточный» // Мир науки, культуры и образования. 2014. № 3 (46). С. 415–418.
- Пузанов А.В., Кириллов В.В., Безматерных Д.М., Зарубина Е.Ю., Вдовина О.Н., Ким Г.В., Котовицких А.В., Митрофанова Е.Ю. Современное экологическое состояние водотоков позиционного района космодрома «Восточный» // Космодром «Восточный» – будущее космической отрасли России: материалы II всерос. науч.-практ. конф. Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2013. С. 79–88.
- Синкявичене З.В. Характеристика растительности средних и малых рек Литвы: автореф. дис... канд-та биол. наук. Вильнюс, 1992. 28 с.
- Флора российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 2006. 456 с.
- Флора Сибири. Т. 1–11. Новосибирск: Наука, 1988–1998.
- Хлынина Н.Г. Качество поверхностных вод Свободненского космодрома // Природообустройство и рациональное природопользование – необходимые условия социально-экономического развития России. Часть I. М.: МГУП, 2005. С. 262–266.

РЕВИЗИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА РЫБ БАССЕЙНА РЕКИ ЧУЛЫМ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ (БАССЕЙН СРЕДНЕЙ ОБИ)

Д. В. Злотник

ФГБУ «Енисейрыбвод» 660093, г. Красноярск, о. Отдыха, 19, zlotnik-fish@yandex.ru

В статье освещена современная ситуация состояния видового разнообразия рыб реки Чулым и некоторых озер его бассейна (Западная Сибирь, бассейн р. Обь). Установлены границы проникновения инвазионных видов рыб, а также показаны ареалы распространения нативной части ихтиоценоза. Приведен список обитающих видов рыб в соответствии с Международным кодексом зоологической номенклатуры.

Ключевые слова: река Чулым, аборигенные виды, инвазионные виды, ареал обитания, границы распространения.

In the article the current situation status of species diversity of fish Chulym River and some lakes its basin (Western Siberia, the Ob River basin). The limits installed of penetration of invasive species, as well as showing the area distribution of the native ichthyocenosis. Shown a list of living species of fish in accordance with the International Code of Zoological Nomenclature.

Keywords: the Chulym River, native ichthyocenosis, alien species, natural habitat, borders of distribution.

В настоящее время, в условиях низкого уровня информационного обеспечения, не хватает данных по состоянию видового разнообразия рыб бассейна р. Чулым, а существующие лишь отдельные тезисы и неполноценные статьи, которые чаще всего охватывают только инвазионную часть ихтиоценоза, не дают полной картины состояния ихтиофауны в целом. Это положение и побудило автора к написанию данной обобщающей статьи. Для получения достоверных результатов был проведен анализ имеющейся литературы по данной тематике, а также анализ данных собственных наблюдений.

В свете последних десятилетий, с начала 20 века, вопрос об ихтиологических инвазиях занимает одно из ведущих положений в современных исследованиях в этой области. И конечно этот процесс актуален и для ихтиофауны водоемов Западной Сибири, в частности бассейна р. Чулым, так как он во многом изменил как качественный, так и количественный состав аборигенной ихтиофауны.

Река Чулым — один из крупнейших притоков Оби, длиной 1799 км, протекает по трем субъектам РФ. Для удобства понимания мы делим бассейн Чулыма на четыре основные части: Верхне-Чулымская группа озер, верхнее течение, среднее течение и нижнее течение.

Первые сведения об ихтиофауне Чулыма получены академиком П.С. Палласом (1770–1773 гг.). Намного позже исследования были проведены профессором Томского университета Г.Э. Иоганzenым (1914 и 1915 гг.).

В 1920 г. экспедицией Сибирской ихтиологической лаборатории проведено рыбохозяйственное изучение озер бассейна верхнего Чулыма. Позже в различные годы 20 века проводились отдельные тематические исследования на самом Чулыме и в пойменных озерах. Наиболее масштабные рыбохозяйственные исследования пришлись на 1944 г. под руководством Ф.И. Вовка, и на период 1972–1976 гг. экспедицией Томского университета и лабораторией гидробиологии и рыбоводства под руководством В.Ф. Усынина (Иоганзен и др., 1980).

Первые упоминания о ненативных видах ихтиофауны Чулыма встречаются в коллективной монографии под редакцией д.б.н. Б.Г. Иоганзена, где лишь вскользь описываются два новых вида для бассейна: лещ и судак (Иоганзен и др., 1980). Взяв за основу данную работу, будут пересмотрены, и изменены таксономические названия аборигенной ихтиофауны в соответствии с современной номенклатурой, а также указаны границы распространения всех обитающих видов рыб.

Что же касается Верхне-Чулымской группы озер, то работы по внедрению в ихтиофауну новых ценных видов рыб проводились с 1931 г. с целью повышения продуктивности озер с малоценными видами рыб (на взгляд экономики того времени). Началось вселение с сиговых видов рыб в озера Инголь и Большое, также были попытки акклиматизации различных видов рыб в озера Белое, Цинголь, Сарбаголь, Малое и др., но успешной натурализации новые виды рыб достигли только в некоторых.

Как результат акклиматизации явилась натурализация европейской ряпушки в оз. Инголь. Это озеро расположено в северных отрогах Кузнецкого Алатау на высоте 312 м над уровнем моря. Принадлежит к озёрам Верхне-Чулымской системы, и является памятником природы краевого значения. Его площадь составляет всего 4.06 км², протяженность — 3.47 км, а максимальная ширина — 1.58 км. Ихтиофауна озера представлена аборигенными видами рыб, такими как: плотва, щука, окунь, и акклиматизантами: европейская ряпушка, чудской сиг, лещ и язь. Первая посадка сиговых рыб в озеро была произведена в апреле 1939 г. икрой европейской ряпушки, но оказалась смешанной (присутствовали икринки чудского сига и рипуса) в количестве 1 млн. штук икринок, привезенной из Ленинградского рыбоводного завода. В период с 1963 по 1966 гг. было посажено еще 10.5 млн. личинок ряпушки из оз. Ильмень. В настоящее время численность чудского сига неизвестна и информация по его вылову отсутствует (Злотник, 2013).

В оз. Большое натурализовался подвид (согласно Атласу пресноводных рыб России под ред. Решетникова Ю.С., далее Атлас) (Решетников и др., 2003) обыкновенного сига *Coregonus lavaretus* (Linnaeus, 1758), а согласно КATALOGу бесчешуйчатых и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями (далее Каталог) (Богутская, Насека, 2004) вид сиг-лудога '*Coregonus ludoga*' (номер в каталоге 9.1.1.8. формально, сиг-лудога пока не имеет научного названия, *Coregonus ludoga* Polyakov, 1874, омоним — *Coregonus widegreni ludoga* Berg, 1916). Озеро также входит в состав Верхне-Чулымской группы. Вытянуто с юга на север, его протяженность — 12 км, ширина — до 4.4 км, площадь — 3450 га, глубина — до 29 м. Сиг-лудога был первым вселенцем среди сиговых видов. Интродукция сиговых проводилась в период с 1931 по 1932 гг. и с 1958 по 1974 гг. За этот период было высажено 2.8 млн. личинок. Промыслового значения в настоящее время сиг в озере не имеет (Злотник, 2011).

Широкое распространение после акклиматизации и как следствие натурализации получил серебряный карась (*Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) № 103 в Атласе или *Carassius gibelio* Bloch, 1782 № 5.1.15.3. в Каталоге). В период с 1960 по 1962 гг. в оз. Белое было выпущено около 7.1 тыс. экземпляров производителей карася, доставленного из р. Амур. В 1964–1966 гг. в озеро вселили еще 4640 экз. разновозрастного и 420 тыс. годовиков серебряного карася из прудов Ужурского рыбопитомника (Завьялова, Колядин, 1978). В настоящее время карась распространился по всей системе р. Чулым, и имеет промысловое значение, а также высокий спортивный интерес у рыболовов-любителей.

Акклиматизация леща, обыкновенного судака (*Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) в Каталоге или № 215 в Атласе *Stizostedion lucioperca* (Linnaeus, 1758)), сазана (или обыкновенный карп) в пойменно-речной системе Чулыма произошла вследствие саморасселения этих видов из Новосибирского водохранилища (осуществлялись неоднократные посадки этих видов в водохранилище с 1959 по 1964 гг.). В настоящее время лещ стал доминирующим видом в реке, чему способствует его высокая экологическая пластичность и низкая интенсивность промысла, а нарастание его численности негативно сказывается на запасах местных рыб.

Судак также достаточно широко распространен в русле реки (до плотины Назаровской ГРЭС, т.е. на протяжении около 1350 км от устья.) Его популяция находится в стабильном состоянии, и он является объектом любительского и промышленного рыболовства (с 2008 г. на него выделяются квоты на вылов).

Кроме того с рыбопосадочным материалом хозяйственно-ценных видов в водоемы юга Западной Сибири были случайно занесены еще два вида не имеющих промыслового значения (Интересова, 2011) это два представителя семейства карповых: уклейка и обыкновенная верховка.

Вектор инвазии представителя семейства головешковых — ротана-головешки до сих пор остается под вопросом. Первые появления ротана в водоемах системы Чулыма, вероятно, связаны с его саморасселением в бассейне Оби. В Томской области, вид обнаружен в 1990–1992 гг., после чего фиксировалось массовое заселение им средней части бассейна Оби и пойменной системы нижнего участка реки Чулым (Решетников, Петлина, 2007). Существуют неподтвержденные данные о нахождении ротана-головешки в пойменных водоемах среднего участка реки на территории Ачинского района.

Таким образом, из 36 видов рыб и рыбообразных, относящихся к 13 семействам, обитающих в бассейне Чулыма, 9 (карась серебряный — ненативным вид для оз. Белое, и, как следствие, для р. Чулым) являются интродуцентами, из которых 3 вида — случайные вселенцы. Для определения местоположения границ распро-

странения вселенцев использовались материалы проведенных рейдов по охране ВБР и выявлению нарушений правил рыболовства совместно с инспекторами рыбоохраны Енисейского территориального управления Росрыболовства, а также данные собственных наблюдений проведенные в период с 2008 по 2014 гг.

В таблице приведен список всех видов рыб обитающих в бассейне р. Чулым (только с некоторыми озерами, теми, в которых процесс акклиматизации завершился натурализацией), с границами распространения ареала обитания, а также с номенклатурными и таксономическими названиями, соответствующими современному этапу таксономии в ихтиологии (Международный кодекс зоологической номенклатуры). Список названий видов как на русском, так и на латинском языке приведен в соответствии с Каталогом.

Таблица. Ихтиофауна бассейна реки Чулым

Вид	Ареал обитания					
	Чулым			Пойменные водоемы	Притоки	Верхне-Чулымская группа озер
	Верхний участок	Средний участок	Нижний участок			
1. <i>Lethenteron kessleri</i> (Anikin, 1905) – сибирская минога	+	+	+		+	
2. <i>Acipenser baerii</i> (Brandt, 1869) – сибирский осетр		+	+		+	
3. <i>Acipenser ruthenus</i> (Linnaeus, 1758) – стерлядь		+	+		+	
4. <i>Carassius carassius</i> (Linnaeus, 1758) – обыкновенный карась	+	+	+	+		+
5. <i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782) – серебряный карась	+	+	+	+	+	+
6. <i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758) – сазан			+	+	?	+
7. <i>Gobio gobio</i> (Linnaeus, 1758) – обыкновенный пескарь	+	+	+	+	+	+
8. <i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758) – лещ (подвид <i>Abramis brama orientalis</i> Berg – лещ восточный)	+	+	+	+	+	+
9. <i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758) – уклейка		+	+	?	?	
10. <i>Leucaspis delineatus</i> (Heckel, 1843) – обыкновенная верховка	+	+	+	+	+	?
11. <i>Leuciscus idus</i> (Linnaeus, 1758) – язь		+	+	+	+	+
12. <i>Leuciscus leuciscus</i> (Linnaeus, 1758) – обыкновенный елец		+	+	+	+	
13. <i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758) – обыкновенная плотва (подвид <i>Cyprinus lacustris</i> Pallas, 1814 – сибирская плотва)	+	+	+	+	+	+
14. <i>Phoxinus czekanowskii</i> (Dybowski, 1869) – голянь Чекановского			+	+	+	
15. <i>Phoxinus phoxinus</i> (Pallas, 1814) – озерный голянь				+		?
16. <i>Phoxinus phoxinus</i> (Linnaeus, 1758) – речной голянь	+	+	+		+	
17. <i>Tinca tinca</i> (Linnaeus, 1758) – линь			+	+		+
18. <i>Cobitis melanoleuca</i> (Nichols, 1925) – сибирская щиповка		+	+		+	
19. <i>Barbatula toni</i> (Dybowski, 1869) – сибирский голец	+	+	+		+	
20. <i>Esox lucius</i> (Linnaeus, 1758) – обыкновенная щука	+	+	+	+	+	+
21. <i>Coregonus albula</i> (Linnaeus, 1758) – европейская ряпушка						+
22. ‘ <i>Coregonus ludoga</i> ’ – сиг-лудога (<i>Coregonus widegreni ludoga</i> Berg, 1916)						+
23. <i>Coregonus muksun</i> (Pallas, 1814) – муксун			+			
24. <i>Coregonus peled</i> (Gmelin, 1789) – пелядь			+			
25. <i>Coregonus tugun</i> (Pallas, 1814) – тугун			+			
26. <i>Stenodus leucichthys</i> (Gueldenstaedt, 1772) – белорыбца (подвид <i>Salmo nelma</i> (Pallas, 1773b) – нельма)		+	+		+	
27. <i>Thymallus arcticus</i> (Pallas, 1776) – сибирский хариус	+	+	+		+	
28. <i>Brachymystax lenok</i> (Pallas, 1773) – острокрылый ленок	+				+	
29. <i>Hucho taimen</i> (Pallas, 1773) – таймень	+				+	
30. <i>Lota lota</i> (Linnaeus, 1758) – налим		+	+	+	+	
31. <i>Cottus altaicus</i> Kaschenko, 1899 – сибирский пестроногий подкаменщик	+	+	+		+	
32. <i>Cottus sibiricus</i> (Warpachowski, 1889) – сибирский подкаменщик	+	+	+		+	
33. <i>Gymnocephalus cernuus</i> (Linnaeus, 1758) – обыкновенный ёрш	+	+	+	+	+	+
34. <i>Perca fluviatilis</i> (Linnaeus, 1758) – речной окунь	+	+	+	+	+	+
35. <i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758) – обыкновенный судак		+	+	?	+	
36. <i>Perccottus glenii</i> (Dybowski, 1877) – ротан-головешка			+	+	?	

Примечание: верхнее течение — от места слияния Белого и Черного Июсов до плотины Назаровской ГРЭС (1395 км от устья); среднее течение — от плотины Назаровской ГРЭС до нижней границы осетрово-нельмового заказника (694 км от устья); нижнее течение — от заказника до устья, Верхне-Чулымская группа озер (Инголь, Большое, Белое). «+» — вид широко распространен; «?» — распространение вида под сомнением. Жирным шрифтом выделены инвазионные виды рыб для данного бассейна.

Из таблицы видно, что наиболее богат ихтиокомплекс на участке реки ниже плотины Назаровской ГРЭС (нижний и средний участки реки), где в русле и акватории обитает 31 вид рыб и единственный представитель рыбообразных. На участке реки от плотины и выше по течению состав ихтиофауны заметно беднеет. В русле и притоках выше плотины отмечено обитание 17 видов, а в озерах — 15 видов. Причинами относительной бедности ихтиофауны на верхнем участке реки и в озерах Верхне-Чулымской группы являются, географическое положение и исторически сложившаяся картина ихтиоценоза для озер, а для обитателей реки причиной является банальная в условиях современной цивилизации непреодолимая преграда искусственного происхождения (русовая плотина Назаровской ГРЭС)

Статья направлена на то, чтобы показать потенциал реки и её бассейна, ведь пока биологические ресурсы осваиваются лишь любительским и браконьерским промыслом. Также она будет полезна государственным структурам, занимающимся мониторингом водных биологических ресурсов.

Список литературы

- Атлас пресноводных рыб России: В 2 т. Т. 1 / Под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука, 2003. 253 с.
Атлас пресноводных рыб России: В 2 т. Т. 2 / Под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука, 2003. 253 с.
Биологические ресурсы водоемов бассейна реки Чулыма / Под. ред. Б.Г. Иоганзена. Томск: Изд-во ТГУ, 1980. 165 с.
Богутская Н.Г., Насека А.М. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. 389 с.
Завьялова Т.Я., Колядин С.А. Изменение ихтиофауны и рыбопродуктивности озера Белое в связи с акклиматизацией серебряного караса // Продуктивность водоемов разных климатических зон РСФСР и перспективы их рыбохозяйственного использования. Красноярск, 1977. С. 128–132.
Злотник Д.В. К результатам акклиматизации ценных сиговых видов рыб в озера Верхне-Чулымской группы (Красноярский край) // Водные экосистемы Сибири и перспективы их использования: Мат. Всерос. конф. с междунар. участием, посвященной 100-летию со дня рождения профессора, заслуженного деятеля науки РФ Б.Г. Иоганзена и 80-летию со дня основания кафедры ихтиологии и гидробиологии ТГУ. Томск, 2011. С. 197–199
Злотник Д.В. Особенности экологии европейской ряпушки *Coregonus albula* (Linnaeus, 1758) интродуцированной в оз. Инголь (Красноярский край) // Мат. Восьмого междунар. научно-производств. совещания. Тюмень: Госрыбцентр. 2013. С. 98–103.
Интересова Е.А. Интродуценты в структуре ихтиофауны бассейна Верхней Оби // Водные экосистемы Сибири и перспективы их использования: Мат. Всерос. конф. с междунар. участием, посвященной 100-летию со дня рождения профессора, заслуженного деятеля науки РФ Б.Г. Иоганзена и 80-летию со дня основания кафедры ихтиологии и гидробиологии ТГУ. Томск, 2011. С. 69–72
Решетников А.Н., Петлина А.П. Распространение ротана (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877) в реке Оби // Сиб. эколог. журн. 2007. Т. 14, № 4. С. 551–556.

УДК 597.08.574.5

ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ИНВАЗИОННОГО И АБОРИГЕННЫХ ВИДОВ РЫБ В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ПОЙМЕННЫХ ОЗЕР

Е. Ю. Иванчева, В. П. Иванчев

Окский государственный природный биосферный заповедник, eivancheva@mail.ru

Приводятся данные по мониторингу рыбного населения двух пойменных озер, расположенных в высокой и низкой пойме, после вселения в них инвазионного вида ротана. Динамика рыбного населения высоко подвижна и тесно связана с гидрологическими и климатическими факторами внешней среды, а экологические приспособления аборигенного и инвазионного вида к ним различны.

Ключевые слова: ротан, золотой карась, пойменные озера, гидрологические и климатические факторы, экологические приспособления.

THE RELATIONSHIP INVASIVE AND NATIVE OF FISH SPECIES IN VARIOUS TYPES OF INUNDATED LAKES

E. Yu. Ivancheva, V. P. Ivanchev

Oka state nature reserve, eivancheva@mail.ru

Data on monitoring of the fish population of two inundated lakes located in the high and low floodplain, after installation in them invasive Amur sleeper are provided.

Dynamics of the fish population is highly mobile and closely connected with hydrological and climatic factors of environment, and ecological adaptations of a native and invasive species to them are various.

Keywords: Amur sleeper, crucian carp, inundated lakes, hydrological and climatic factors, ecological adaptations.

Изучение закономерностей протекания биологических инвазий становится специальной областью биологических исследований. Перспективы фундаментальных экологических работ по инвазиям чужеродных видов видятся в исследовании адаптаций видов-вселенцев и видов-аборигенов, подвергшихся инвазиям; изучении уязвимости экосистем к инвазиям чужеродных видов; изучении экологических параметров видов, ставших успешными вселенцами; экспериментальных и модельных исследованиях трофических отношений (конкуренции, взаимоотношений хищник-жертва, паразит-хозяин) вида-вселенца в экосистеме-реципиенте; мультидисциплинарном подходе к исследованиям экологических последствий вселения чужеродных видов (Алимов и др., 2004).

Среди инвазионных видов рыб особое место принадлежит представителю семейства Eleotridae — головешки-ротану *Perccottus glenii* Dybowski, 1877. В первую очередь — из-за наносимого им вреда рыболовным хозяйствам. По наблюдениям В.Н. Еловенко (1980), в выростных прудах рыбокомбината «Нара» коэффициент сходства пищи ротана и карпа достигал величины 47.3. По материалам того же исследователя ротан питался икрой и молодью разводимых рыб. Обладая высокой экологической пластичностью, а именно — эврифагией, способностью выдерживать низкий уровень кислорода в воде, высокие и низкие температуры, заселять самые различные биотопы (Вечканов и др. 2007; Голованов, 2013; Залозных, 1982; Литвинов, 1993; Решетников, 2009 и др.), ротан успешно мигрирует далеко за пределы своего ареала.

К настоящему времени головешка-ротан широко распространился в Северной Евразии: в Российской Федерации (48 субъектов), Литве, Латвии, Эстонии, Молдавии, Украине, Казахстане, Монголии, Румынии, Польше, Словакии, Венгрии, Сербии и Болгарии (Решетников, 2009). Пределов Рязанской области вид достиг к началу 1970-х гг. (Бабушкин, 1990). С 1977 г. стал активно распространяться по пойменным водоемам Оки и Пры (Панченко, 1990). К настоящему времени в затонах и пойменных озерах Окского бассейна головешка-ротан встречается повсеместно, составляя в населении до 60% (Иванчев, Иванчева, 2010).

В пойменных озёрах окского бассейна сильно развита водная растительность, представленная преимущественно телорезом *Stratiotes aloides* L.; а вследствие высокого уровня соединений железа и эвтрофирования характерны как зимние, так и летние заморы рыб. Такие озера являются местообитанием и аборигенных видов рыб, например, золотого карася *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758), также очень экологически пластичного вида, выдерживающего суровые условия среды, в том числе, низкое содержание кислорода (Шмидт-Ниельсен, 1982; Бельченко и др. 1979) и промерзание. Часто эти два вида являются основой рыбного населения в пойменных водоемах.

Цель работы: выявить взаимное влияние и адаптационные возможности инвазионного и аборигенного видов со сходными экологическими характеристиками в пойменных водоемах Окского бассейна.

Материал и методика. Исследования проводили в 2004–2014 гг. на двух пойменных озерах: Алексеево и Пильчатое. В качестве сравнительного материала использовали сведения за 1986–1990 гг., собранные И.М. Панченко при фаунистическом обследовании территории заповедника. Озеро Алексеево относится к числу старичных водоёмов Оки и находится в низкой части её поймы. Оно практически ежегодно заливаётся во время разлива, имеет площадь 3.42 га и протяженность береговой линии 1296 м. Озеро Пильчатое ледникового происхождения, находится в верхней пойме Оки, не ежегодно соединяется с разливом, имеет площадь 1.98 га и протяженность береговой линии 546 м (Панкова, 2012). Озеро Пильчатое расположено в кварталах 179–180 Окского заповедника, а оз. Алексеево — в восточной части его охранной зоны, в Спасском районе Рязанской области.

Отлов рыб проводили набором ставных сетей с ячеей 12, 18, 30, 40 и 60 мм. Для изучения питания и степени перекрывания трофических ниш анализировали содержимое желудков непосредственно после отловов. В расчетах использовали коэффициент Шорыгина: $I = [\sum \min(p_i, p_k)] 100\%$, где $\min(p_i, p_k)$ — минимальное из двух значений частоты встречаемости каждого объекта в сравниваемых выборках. При определении возраста рыб в качестве регистрирующей структуры использовалась чешуя.

Результаты и обсуждение. Всего в озерах обнаружено 15 видов рыб, в том числе в оз. Алексеево — 14, а в оз. Пильчатое — 11 видов (табл.).

Таблица. Видовой состав рыб в озерах Алексеево и Пильчатое

Виды рыб	Озеро Алексеево	Озеро Пильчатое
Лещ <i>Abramus brama</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
Синец <i>Abramis ballerus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
Золотой карась <i>Carassius carassius</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
Серебряный карась <i>Carassius auratus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
Уклейка <i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	-	+
Язь <i>Leuciscus idus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
Елец <i>Leuciscus leuciscus</i> (Linnaeus, 1758)	+	-
Плотва <i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
Красноперка <i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)	+	-
Линь <i>Tinca tinca</i> (Linnaeus, 1758)	+	-
Верховка <i>Leucaspius delineatus</i> (Heckel, 1843)	+	-
Вьюн <i>Misgurnus fossilis</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
Щука <i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758	+	+
Окунь <i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	+	+
Головешка-ротан <i>Perccottus glenii</i> Dybowski, 1877	+	+

Основным обитателем озёр до 1990 г. являлся золотой карась, составлявший более 95% населения рыб. Остальные виды составляли несколько процентов, в том числе головешка-ротан — не более 3%. При этом относительная численность золотого карася в этот период в оз. Алексеево — 9–14 шт./сет.сут., а в оз. Пильчатое составляла 25–36 шт./сет. сут. (рис. 1, 2).

До 2010 г. относительная численность золотого карася в оз. Пильчатое составляла 5.8–6.4 шт./сет.сут., головешки-ротана — 3.3–9.4 шт./сет.сут. а в оз. Алексеево — 1.5–7.6 шт./сет.сут., головешки-ротана — 0.1–0.6 шт./сет.сут. Доля в населении золотого карася до 2010 г. на оз. Пильчатое составляла 36–63%, головешки-

ротана — 33.3–57.7%, а на озере Алексеево — 74–80%, головешки-ротана — 0.7–5.9%. Таким образом, около 30 лет оба вида сосуществовали на озерах.

Темп роста золотого карася до массового вселения чужеродного вида и в последующий период времени представлен на рисунке 3. При высокой плотности карасей в водоеме, при недостатке трофического ресурса они становятся более мелкими (Никольский, 1971) и наоборот. Как известно из литературы (Залозных, 1982; Журавлев и др. 2006 и др.), и подтверждено нашими исследованиями, головешка-ротан достаточно часто может использовать в питании мальков и икру рыб, чем, возможно, и вызвано уменьшение численности карася и соответственно увеличение его темпа роста. При этом в озере высокой поймы снижение численности золотого карася более значительно, соответственно темп роста гораздо более увеличился здесь, чем в озере низкой поймы, что отражается на характере кривых. Объясняется это более сильным прессом хищников в озере нижней поймы, ежегодно сообщаемом с рекой.

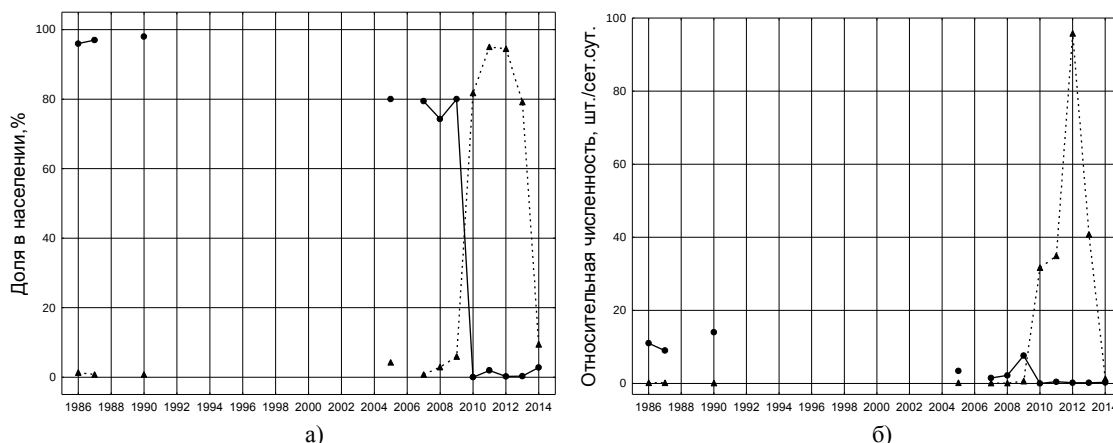


Рис. 1. Изменение численности золотого карася (сплошная линия) и ротана (прерывистая линия) за годы исследований на оз. Алексеево: а) доля в населении б) относительная численность.

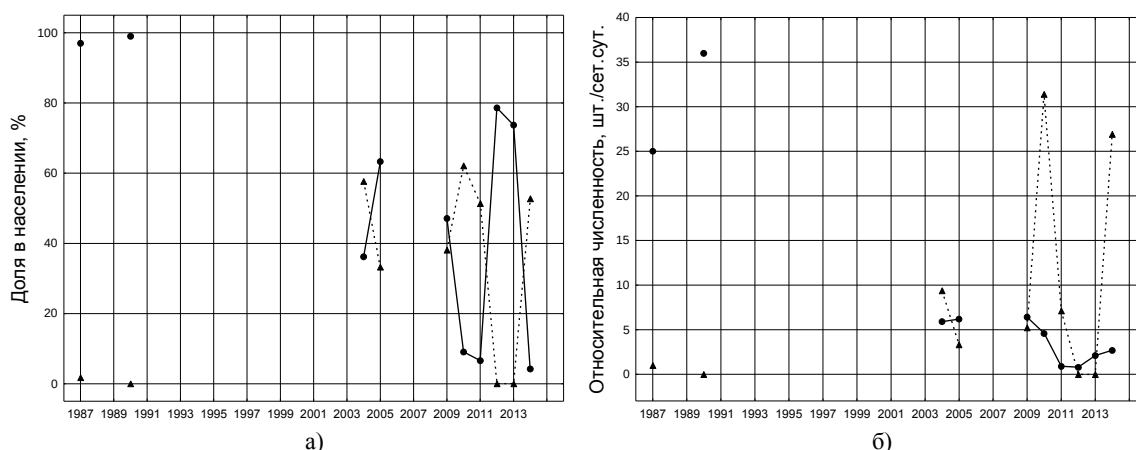


Рис. 2. Изменение численности золотого карася (сплошная линия) и ротана (прерывистая линия) за годы исследований на оз. Пильчатое: а) доля в населении б) относительная численность.

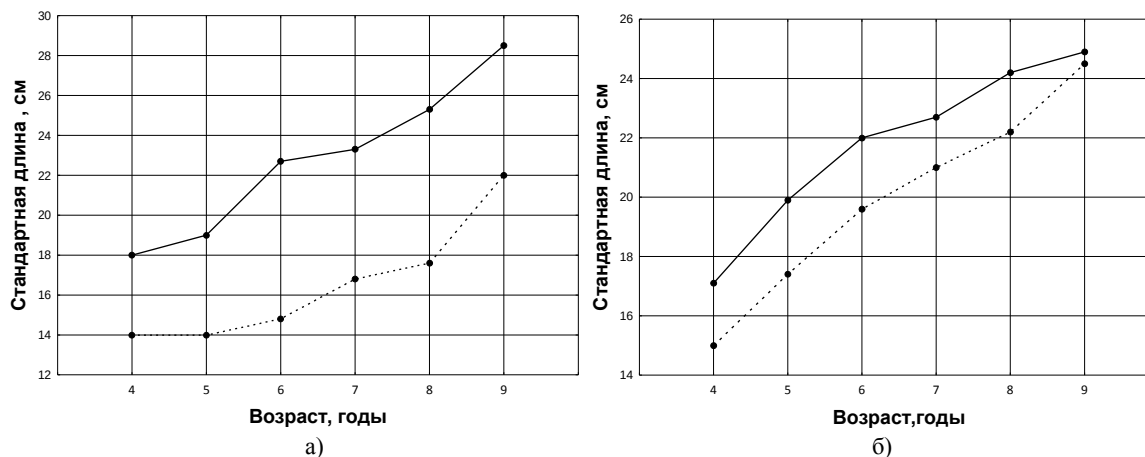


Рис. 3. Темп роста золотого карася в озерах Пильчатое (а) и Алексеево (б) до вселения головешки-ротана (прерывистая линия) и после (сплошная линия).

Гидрологический режим зимы 2009–2010 гг. был крайне неблагоприятным для рыбного населения пойменных водоемов: минимальный уровень воды на Оке дошел до отметки 18 см от ординара при среднем значении за весь период наблюдений — 84 см, а толщина льда составила 65 см — впервые за всю историю наблюдений (рис. 4).

В результате, при совпадении двух неблагоприятных факторов: низкого уровня воды и очень толстого слоя льда в пойменных водоемах на оз. Алексеево из всех видов выжили только головешка-ротан и вьюн, а на оз. Пильчатое — также и золотой карась. Однако доля его в рыбном населении и относительная численность были резко снижены (рис. 1, 2). Грунт в центральной части оз. Алексеево — плотный, поэтому карась не смог закопаться глубоко, вследствие чего произошла его гибель. Напротив, на обоих озерах головешке-ротану удалось пережить суровые условия и его относительная численность и доля в населении резко возросли: на оз. Алексеево — 31.7 шт./сет.сут. и 81.8% и на оз. Пильчатое — 31.4 шт./сет.сут. и 62%. Возможно, при достаточно невысоких весенних разливах 2009 и 2008 гг. (рис. 4) доступ хищников в озера был ограничен и головешка-ротан не выедался ими.

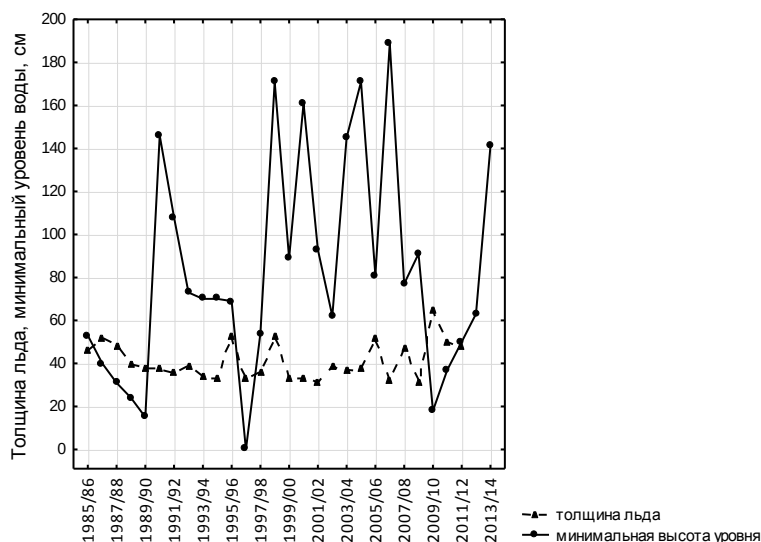


Рис. 4. Гидрологические условия пойменных водоемов в период исследований.

Второй вероятной причиной увеличения численности головешки-ротана могла стать трофическая конкуренция двух видов. При изучении питания головешки-ротана и карасей из пойменных озёр путём вскрытия желудков установлено, что трофические базы их очень близки: излюбленной пищей этих видов являются моллюски *Limnaea palustris* Mull., *Viviparus contectus* Mullet, *Bithynia* sp., *Anisus* sp. и др. Встречаемость группы Mollusca в желудках составляет 60–70%. Часты водные жуки Coleoptera (личинки и имаго), клопы Hemiptera, реже — олигохеты Oligochaeta, весной и в начале лета — личинки и куколки комаров Culicidae. Хищничество в отношении икры рыбы в районе исследований свойственно как головешке-ротану (встречаемость — 2.6%), так и золотому карасю (единичные наблюдения). В отношении мальков рыбы хищничество наблюдалось у головешки-ротана в 10% случаев, причем мальки были только своего вида. В целом, перекрытие трофических ниш по индексу Шорыгина составляет в зависимости от сезона года 60–70%. Возможно, в пользу второй причины — трофической конкуренции — свидетельствует тот факт, что за пределами естественного ареала спектр питания ротана уже и кормовые условия для него не совсем благоприятны (Спановская и др., 1964; Еловенко, 1985; Быков, 2007), поэтому исчезновение конкурента имеет важное значение для воспроизводства инвазионного вида.

В последующие годы события на двух озерах развивались по различному сценарию: неблагоприятные для рыбного населения сезоны следовали один за другим: крайне жаркое и засушливое лето 2010 г. привело к низкому уровню воды зимой как в этом году, так и в 2011 г., когда уровень грунтовых вод так и не восстановился после лета 2010 г. Оз. Пильчатое, находящееся под пологом леса, замерзло в конце ноября 2011 г. и, несмотря на оттепели, до весны не оттаивало. В результате головешка-ротан здесь вымерз, а доля в населении и относительная численность золотого карася были низкими (части карасей удалось закопаться в глубокий слой ила оз. Пильчатое) (рис. 2). На реке и озерах высокой поймы условия были более благоприятными: уровень воды колебался в течение зимы в результате оттепелей и регулярных осадков. В результате на оз. Алексеево в зиму 2011/12 г. полного промерзания вод не наблюдалось и головешка-ротан продолжил наращивать свою численность вплоть до 2013 г. Золотой карась в небольшом количестве стал появляться на озере (рис. 1).

Следующей вехой в динамике рыбного населения пойменных озера стала зима 2012/13 г., когда на обоих озерах пропал телорез аэлоидный, который составлял основу зарослей макрофитов. В результате на оз. Алексеево доля головешки-ротана к осени уменьшилась, по сравнению с прошлым годом, почти в 10 раз, а относительная численность — более чем в 20 раз. Хищники, зашедшие сюда с половодьем, в течение лета выели оставшегося без укрытия малоподвижного головешку-ротана. Желудки вскрытых щук были забиты им. С исчезновением зарослей полностью изменился облик рыбного населения озера: доминантный комплекс составили плотва (50%) и щука (11.7%), субдоминантный — головешка-ротан (9.4%) и красноперка (7.8%), обычные окунь, линь, вьюн, золотой карась, серебряный карась, лещ. На оз. Пильчатое золотой карась в 2013 г. почти полно-

стью восстановился после неблагоприятных условий и доля его в населении достигла 73%, а относительная численность 2.1 шт./сет.сут. Таким образом, по сравнению с предыдущим годом относительная численность увеличилась почти в 3 раза, а доля в населении в 10 раз. Но уже в 2014 г. появились куртины телореза и головешка-ротан интенсивно стал наращивать свою численность (рис. 2). Относительная численность золотого карася осталась на уровне прошлого года, а доля этого вида снизилась до 36%.

Заключение. При проникновении в пойменные водоемы Оки головешка-ротан наблюдался в незначительном количестве. К сожалению, мы не в состоянии определить конкретный срок такого статуса пребывания этого вида в пойменных озерах, т.к. исследования начались лишь в 1986 г., а он стал отмечаться с 1977 г. Однако мы можем констатировать, что в период с начала 1990-х по 2004 г. (в течение 15 лет) численность головешки-ротана возросла и с 2004 (2005) г. по 2009 гг. он наравне с аборигенным видом — золотым карасем — занимал доминирующее положение в структуре рыбного сообщества озер. Затем вследствие различных климатических факторов видовая структура рыбного населения озер менялась. Выяснено, что динамика структуры рыбного населения определяется климатическими и гидрологическими факторами:

1. расположение озера в низкой или высокой пойме;
2. высотой разлива, которая определяет уровень пойменных озер с одной стороны и возможность проникновения хищников с другой;
3. температурные условия и характер осадков в летний и осенний сезоны, а также уровень грунтовых вод, определяющие заполненность пойменных водоемов перед замерзанием;
4. температурные условия в зимний период, определяющие толщину льда и возможность оттепелей;
5. характер грунта в водоемах;
6. наличие макрофитов в водоемах.

Озера высокой поймы более уязвимы к нашествию головешки-ротана, т.к. не каждый год имеют связь с рекой и пресс хищников в них ограничен по сравнению с озерами низкой поймы.

Если уровень воды в озерах зимой низкий и они промерзают до дна, то головешка-ротан гибнет, золотой же карась может выжить, закапываясь в илистый грунт. Если озера промерзают не до самого дна, то головешка-ротан выживает. Золотой карась гибнет, если дно водоема плотное, и выживает, если грунт — илистый и он может в нем закопаться. Т.о. головешка-ротан более морозоустойчив, а золотой карась обладает адаптивным поведением в виде закапывания в ил. При внезапном исчезновении зарослей макрофитов, как это случилось в 2012–2013 гг., головешка-ротан становится полностью беззащитным и выедается хищником, золотой же карась увеличивает свою численность.

Таким образом, сосуществование инвазионного и аборигенного видов в пойменных озерах бассейна Оки возможно. При этом наблюдается высокая динамичность как численности головешки-ротана и золотого карася, так и всей структуры рыбного населения озер в зависимости от климатических условий.

Список литературы

- Бабушкин Г.М. Рыбы (Животный мир Рязанской области). Рязань. 1990. С. 1–125.
- Бельченко Л.А., Грибова М.А., Бабуева Р.В. Исследование некоторых сторон энергетического обмена у пресноводных рыб, адаптированных к экстремальным условиям // Экологическая физиология и биохимия рыб. Тез. докл. IV Всесоюз. конф. Астрахань. Т. 1. С. 31–32.
- Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах / Под ред. Алимова А.Ф. и Богущкой Н.Г. М.: Тов-во научн. изданий КМК. 2004. 436 с.
- Быков А.Д. Питание ротана *Perccottus glehni* в пойменных озерах р.Оки // Состояние, охрана, воспроизводство и устойчивое использование биологических ресурсов внутренних водоемов // Материалы межд. конф. Волгоград. 2003. С. 45–48.
- Вечканов В.С., Ручин А.Б., Семенов Д.Ю., Михеев В.А. К экологии и распространению ротана *Perccottus glenii* Dyb. (Odontobutidae, Pisces) в водоемах правобережья Средней Волги // Вестн. Мордовского ун-та. 2007. № 4. С. 36–47.
- Голованов В.К. Температурные критерии жизнедеятельности пресноводных рыб. М.: Издательство Полиграф-Плюс, 2013. 300 с.
- Горлачева Е.П. Питание ротана *Perccottus glenii* в Верхнеамурском бассейне // Пресноводные экосистемы бассейна реки Амура. Владивосток: Дальнаука. 2008. С. 287–293.
- Журавлев В.Б., Ломодуров Е.И., Лукьянов Д.П. Вследствие ротана-головешки в пойменные водоемы бассейна Верхней Оби // IX съезд гидробиол. об-ва РАН: Тез. докл. Тольятти. 2006. Т. 1. С. 163.
- Залозных Д.В. Некоторые аспекты биологии ротана в водоемах Горьковской области // Наземные и водные экосистемы. Межвузовский сборник. Вып. 5. Горький: Горьков. гос. ун-т, 1982. С. 44–47.
- Еловенко В.Н. Можно ли бороться с ротаном // Рыбоводство и рыболовство. 1980. № 11.
- Еловенко В.Н. Морфоэкологическая характеристика ротана *Perccottus glehni* Dyb. в границах естественного ареала и за его пределами: Автореф. дисс. . канд. биол. наук. М. 1985. 24 с.
- Иванчев В.П., Иванчева Е.Ю. Круглоротые и рыбы Рязанской области и прилегающих территорий. Рязань: НП «Голос губернии», 2010. 292 с.
- Литвинов А.Г. Экология ротана-головешки (*Perccottus glehni* Dyb.) в бассейне озера Байкал и его влияние на промысловых рыб: Автореф. дисс. . канд. биол. наук. СПб. 1993. 25 с.
- Панченко И.М. Ихтиофауна водоёмов Окского заповедника и её особенности // Многолетняя динамика природных объектов Окского заповедника. М., 1990. С. 154–182.
- Решетников А.Н. Современный ареал ротана *Perccottus glenii* Dybowski, 1877 (Odontobutidae, Pisces) в Евразии // Рос. журн. биологических инвазий. 2009. № 1. С. 22–35.
- Сабодаш В.М., Цыба А.А. Загрязнение водоемов Украины проникновением ротана // Трофические связи в водных сообществах и экосистемах. Матер. междунар. конф. Борок. 2003. С. 109.
- Спановская В.Д., Савваитова К.А., Потапова Т.Л. Об изменчивости ротана (*Perccottus glehni* Dyb. fam. Eleotridae) при акклиматизации // Вopr. ихтиологии. 1964. № 4. С. 632–643.
- Шмидт-Нильсен К. Физиология животных: приспособление к среде. М.: Мир, 1982. Т.1. 384 с.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СООБЩЕСТВ ЗООБЕНТОСА Р. ВОЛОГДА

К. Н. Ивичева, И. В. Филоненко

Вологодская лаборатория ФГБНУ «ГосНИОРХ», г. Вологда, ул. Левичева, д. 5, kzenya.ivicheva@gmail.com

Впервые подробно изучен зообентос малой реки на территории Вологодской области. Наблюдаются изменения сообществ зообентоса при возрастании антропогенной нагрузки: уменьшаются количественные показатели, снижается доля амфибиотических насекомых, увеличивается доля олигохет, видовое разнообразие падает, увеличивается доминирование одного вида. При прекращении нагрузки происходит частичное восстановление сообществ.

Ключевые слова: зообентос, р. Вологда, антропогенная нагрузка, олигохеты, хирономиды.

First studied zoobentos of small river on the territory of Vologda region. Changes of zoobenthos communities with increasing anthropogenic load observed: quantitative indicators decrease, share of amphibiatic insects decrease, proportion of oligochaetes increases, species diversity decreases, dominance of one kind increases. At the termination of loading there is a partial recovery of communities.

Keywords: Zoobentos, Vologda river, anthropogenic load, oligochaetes, midges.

Гидробиологические исследования на водоемах вологодской области осуществляются с конца 19 в. Особенно тщательно были изучены крупные озера и водохранилища во второй половине 20 века. Регулярные наблюдения на крупных озерах проводит Вологодская лаборатория «ГосНИОРХ» с 70-х годов 20-го века. Данные о гидробиологии малых рек Вологодской области носят эпизодический характер (Филиппов, 2010). Комплексное исследование р. Сухоны и ее притоков осуществлялись в начале 90-х годов, данные по бентосу, в отличие от других разделов, включают в себя только количественные характеристики (Отчет, 1992).

Река Вологда является правым притоком р. Сухоны, имеет длину 157 км, площадь водосбора составляет 3030 км² (Климат Вологды, 1988). Водосбор реки практически полностью расположен в пределах Вологодского района, исторически одного из самых освоенных на территории области (Антипов, 1954). В верхнем и среднем течении река протекает по территории возвышенного Вологодско-Грязовецкого ландшафта, в нижнем — низинного Верхнесухонского (Максутова, 2007). В 47 км выше устья на реке находится плотина, 15 км реки выше нее представляют собой водохранилище. В нижнем течении река проходит по территории города Вологды и является единственным приемником сточных вод и ливневой канализации. На расстоянии 23 км до устья река принимает в себя сбросы очистных сооружений горводоканала. Последние 20 км река протекает по практически не освоенной Присухонской низине (Ляпкина, 1985). Антропогенная нагрузка на водосбор реки увеличивается вниз по течению и практически отсутствует на участке между городом и устьем (Ивичева, 2012).

Целью нашей работы явилось выявление изменения структуры сообществ зообентоса по течению реки в условиях увеличивающейся антропогенной нагрузки.

Исследования проводились на р. Вологде в 2010–2013 гг. В 2010–2012 гг. пробы отбирались на 10 станциях (рис. 1). По одной станции находилось в верхнем течении (№ 1) и зоне подпора плотины (№ 2) и 8 станций после плотины (станции № 3 и № 4 находились до города, № 5 — в центре города, № 6 — до сбросов горводоканала, № 7 — сразу после сбросов, № 8–10 — после города). В 2013 г. отбор проб производился на 5 станциях (№ 1–3, 5, 8) шестикратно (начало и конец мая, июнь, июль, август, октябрь). Материал для исследований отбирали и обрабатывали по стандартным методикам (Абакумов, 1983; Методические рекомендации, 1984). Для отбора проб использовался штанговый дночерпатель ГР-91 с площадью захвата 0.0045 м². Грунт промывался через мельничный газ № 33 и фиксировался 40% формалином. При обработке учитывались численность, биомасса и видовой состав организмов. Для определения таксономической и видовой принадлежности организмов использовались следующие определители (Определитель, 1974; Определитель, 1999–2004). Всего было отобрано 192 пробы.

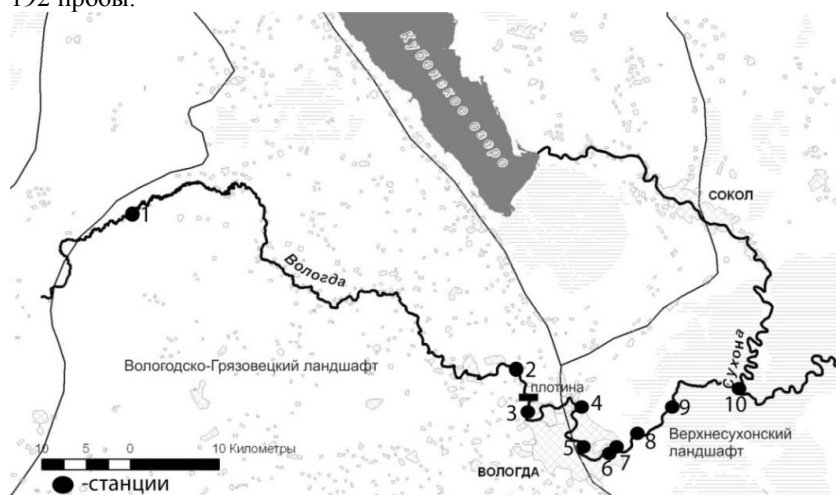


Рис. 1. Расположение станций на р. Вологде.

Изменение сообществ зообентоса в р. Вологде вниз по течению является типичным для рек, подвергающихся сильному антропогенному влиянию (Безматерных, 2008). Наблюдается обеднение видового состава, постепенное выпадение таксонов чувствительных к загрязнению. Всего для р. Вологды обнаружено 152 вида и формы бентосных организмов.

В верховьях р. Вологды (ст. № 1) личинки амфибиотических насекомых составляют 92% от численности и 76% биомассы зообентоса (рис. 2).

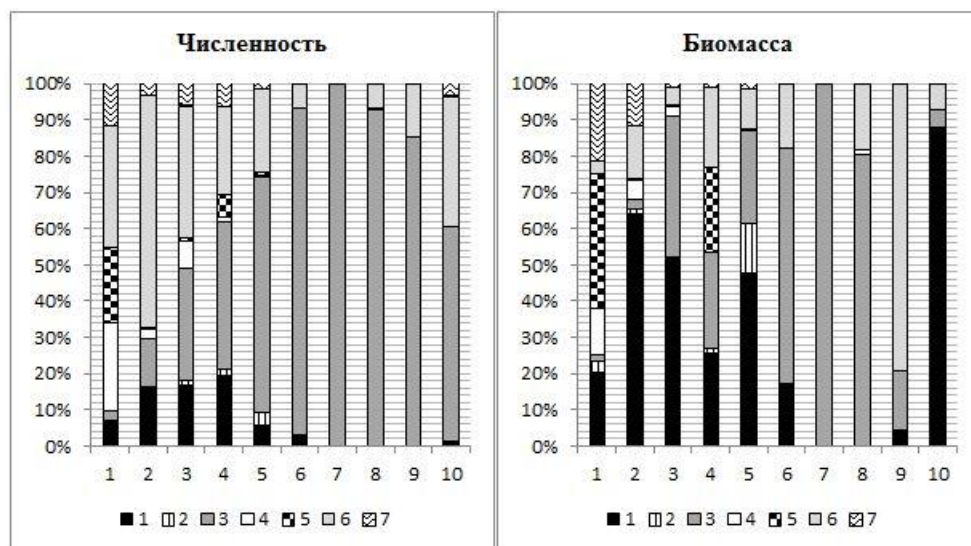


Рис. 2. Пространственная динамика соотношения численности и биомассы таксономических групп зообентоса р. Вологда в 2010–2013 гг.: 1 — моллюски, 2 — пиявки, 3 — олигохеты, 4 — поденки, 5 — ручейники, 6 — хирономиды, 7 — другие амфибиотические насекомые.

К ним относятся 80 из 100 отмеченных для станции видов. Только в верховьях отмечаются личинки веснянок, мошек и *Atherix ibis*. Минимальная численность здесь зафиксирована в период половодья, в то же время биомасса в данный период максимальна (рис. 4). В период половодья в пробах фиксировались личинки насекомых генераций прошлого года, имеющие большую биомассу по сравнению с личинками насекомых текущего года, фиксируемых в последующие периоды сбора. Максимальная численность отмечена в июле, главным образом за счет личинок поденок и жуков небольших размеров. Здесь же были обнаружены обрастания камней *Fontinalis antipyretica*, на которых формируются характерные сообщества зообентоса (Ивичева, 2013).

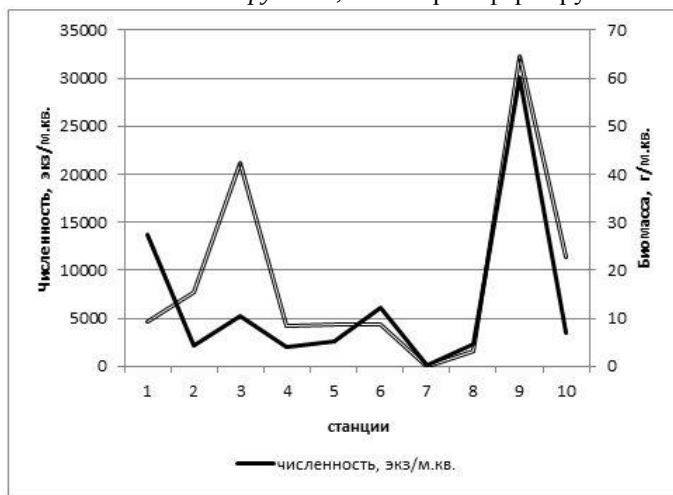


Рис. 3. Средние численность и биомасса зообентоса в р. Вологда в 2010–2013 гг.

зообентоса, на ст. № 7 они являются единственными представителями донных беспозвоночных (рис. 2). На этом же участке происходит снижение доли численности амфибиотических насекомых. От ст. № 2 к ст. № 6 происходит уменьшение доли хирономид.

На ст. № 8, находящейся в 3 км ниже сброса сточных вод водоканала, наблюдается увеличение количественных показателей (рис. 3). Помимо олигохет в сообществах зообентоса присутствуют также хирономиды. На ст. № 9, в 8 км ниже города, отмечены максимальные за весь период наблюдений количественные показатели (август 2012 г.). Более 80% численности здесь составляют олигохеты, почти 80% биомассы — хирономиды. Перед устьем количественные показатели снижаются, в донных сообществах вновь появляются моллюски и личинки амфибиотических насекомых.

На станциях № 2, 3 и 5 найдено 67, 63 и 65 видов и форм донных беспозвоночных соответственно. Доля видов амфибиотических насекомых от общего количества видов снижается с 73 до 64%. На ст. № 4 отмечено всего 8 видов, что связано с недостаточным объемом проб. На ст. № 6 отмечено 16 видов, на располагающейся за ней ст. № 7 — всего 1. На станциях № 8–10 отмечено по 15, 11 и 14 видов бентосных организмов соответственно. Доля амфибиотических насекомых на них составляет более 72%. Стоит ожидать увеличения количества видов на станциях № 9 и 10 в силу снижения антропогенной нагрузки на данный участок. На станциях с 1 по 4 видов-доминантов и субдоминантов не отмечается. На станциях с № 5 по 10 доминирующим видом является *Limnodrilus hoffmeisteri*.

Участок реки, являющийся водохранилищем (ст. № 2) отличается высокой долей численности хирономид и биомассы моллюсков. Последние дают высокие значения биомассы в отдельные периоды. На ст. № 3, находящейся сразу после плотины, возрастает доля олигохет. Они, совместно с моллюсками, дают высокие показатели биомассы. Только на станциях № 2 и 3 отмечен инвазионный вид *Dreissena polymorpha*.

Численность и биомасса снижаются вниз по течению реки с увеличением антропогенной нагрузки (рис. 3). На станции № 7 нагрузка максимальная — здесь осуществляется сброс сточных вод горводоканала. В период межени организмы зообентоса на данном участке реки отсутствуют (рис. 2). От ст. № 1 до ст. № 6 происходит увеличение доли олигохет в сообществах

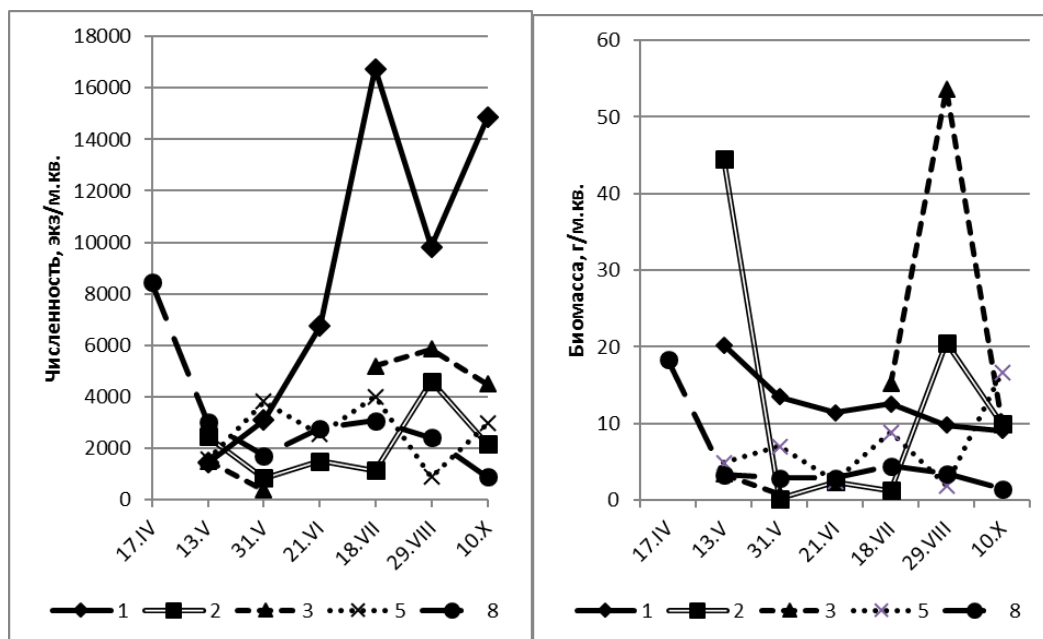


Рис. 4. Сезонная динамика численности и биомассы зообентоса на станциях №1,2,3,5,8 на р. Вологде в 2013 г.

Таким образом, происходит смена сообществ зообентоса с увеличением антропогенной нагрузки. Снижаются количественные показатели, вплоть до отсутствия бентосных организмов в период межени. Доля амфибиотических насекомых уменьшается от 80 до 0%. Падает видовое разнообразие, увеличивается доминирование наиболее устойчивого к загрязнению вида. После прекращения прямых сбросов происходит увеличение количественных показателей и видового разнообразия, уменьшение роли доминанта. Наблюдается вспышка развития бентосных организмов на некотором расстоянии после города за счет доминирующего вида *Limnodrilus hoffmeisteri*. На участке перед устьем количественные показатели достигают средних для реки значений, в сообществах вновь появляются моллюски и личинки амфибиотических насекомых помимо хирономид. Структура сообщества соответствует участку реки в центре города. Можно говорить о частичном восстановлении бентосных сообществ после прекращения антропогенной нагрузки.

Список литературы

- Абакумов В.А. Гидробиологический анализ поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1983. С. 7–21.
- Антипов Н.П. Реки, озера, болота // Природа Вологодского района. Вологда, 1954. С. 36–53.
- Безматерных Д.М. Зообентос равнинных притоков Верхней Оби. Барнаул, 2008. 186 с.
- Ивичева К.Н., Филиппов Д.А. О макрозоофитосе сообществ *Fontinalis antipyretica* водоемов и водотоков Вологодской области // Ярославский педагогический вестник. 2013. Т. III, № 4. С. 170–174
- Ивичева К.Н., Филоненко И.В. Анализ влияния освоенности речных бассейнов на качество вод методами ГИС // Принципы экологии. 2012. № 2. С. 76–81. <http://ecopri.ru>
- Климат Вологды. Л.: Гидрометиздат, 1988. 176 с.
- Ляпкина А.А. Природа и природные ресурсы Присухонской низины Вологодской области: Учеб. пособие к спецкурсу. Вологда: ВГПИ, 1985. 85 с.
- Максимова Н.К., Воробьев Г.А. Ландшафты // Природа Вологодской области. Вологда: «Издательский дом Вологжанин», 2007. С. 300–328
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция / Сост. А.Ф. Алимов и др. Л.: ЗИН АН СССР, ГосНИОРХ, 1984. 52 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос). Л.: «Гидрометеиздат», 1977. 281 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий в 6 т. СПб.: ЗИН РАН, 1994–2004.
- Отчёт "Экологическая и рыбохозяйственная характеристика бассейна р. Сухоны и пути рационального использования речных экосистем". Этап "Изучение современного состояния экосистемы р. Сухоны и её притоков" / Рук. Н.В. Болотова; Гос. науч.-исслед. ин-т озёрного и речного рыбного хоз-ва (ГосНИОРХ), Вологодская лаборатория. Вологда, 1991. 223 с. [Фонд. материалы Вологодской лаборатории ГосНИОРХ; инв. № р2-91/66].
- Филиппов Д.А. Растительный покров, почвы и животный мир Вологодской области (ретроспективный библиографический указатель). Вологда, 2010. 217 с.

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТРЕХ ОЗЕРНО-РЕЧНЫХ СИСТЕМ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА И ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. В. Игнатьева

Институт озераедения Российской академии наук, 196105, г. Санкт-Петербург, Россия, natali_ignatieva@mail.ru

Выявлены особенности гидрохимического режима трех озерно-речных систем, расположенных в различных геохимических ландшафтах на урбанизированной территории (Санкт-Петербург и ближайшие пригороды).

Features of hydrochemical regime of three lake-river systems located in different geochemical landscapes at urban area (St.-Petersburg and nearest suburbs, Russia) have been revealed.

Ключевые слова: гидрохимические показатели, урбанизированные территории, природные и антропогенные факторы.

Водные экосистемы, расположенные на территории крупных городов и их ближайших окрестностей, испытывают сильное антропогенное воздействие, что неизбежно должно отразиться на показателях экологического состояния, при этом характер и интенсивность воздействия на экосистему будут различными на отдельных ее участках. Однако ответная реакция экосистемы будет определяться не только антропогенными, но и природными факторами, среди которых важнейшую роль играют ландшафтные и геохимические характеристики, которые могут существенно различаться на территории большого города. Цель данного исследования заключалась в том, чтобы дать сравнительную гидрохимическую характеристику озерно-речных систем на территории Санкт-Петербурга и его ближайших окрестностей, принадлежащих различным геохимическим ландшафтам.

Объектами исследования, выполненного в период 2012–2013 гг., послужили три озерно-речные системы, несущие свои воды в направлении Невской губы с севера, юга и востока. Гидрохимические исследования включали определение физико-химических характеристик, содержания главных ионов, растворенных газов, взвешенных веществ, биогенных элементов, показателей органического вещества, нефтяных углеводородов. В Охтинской системе определялось также содержание ряда тяжелых металлов. Химические анализы выполнялись по общепринятым методикам [2].

Система р. Старожиловка – оз. Нижнее Суздальское – р. Каменка, расположенная в северной части города, включает крупнейшее на территории Санкт-Петербурга озеро, имеющее ледниковое происхождение. Воды системы слабо минерализованы, значения суммы главных ионов ($\Sigma_{\text{и}}$) составляют 183–316 мг л⁻¹, причем наименьшие значения относятся к основному притоку оз. Н. Суздальское — р. Старожиловке. По соотношению главных ионов воды системы классифицированы как хлоридно-натриевые. Интересно отметить, что в 2004 г. по данным ИНОЗ РАН величина $\Sigma_{\text{и}}$ для вод озера не превышала 250 мг л⁻¹, а доминирующим анионом был гидрокарбонат. Известно, что для Северо-Западного региона России характерно распространение гидрокарбонатно-кальциевых вод, а повышенное содержание ионов Na⁺ и Cl⁻ в большинстве случаев является индикатором загрязнения. В сезонной динамике электропроводности (УЭП), являющейся косвенной характеристикой минерализации, отмечена тенденция снижения с конца подледного периода к осени. Можно предположить, что одним из основных источников поступления ионов Na⁺ и Cl⁻ в воды системы являются реагенты, применяемые на дорогах зимой, а также минеральные удобрения, вносимые на поля на водосборе вытекающей из озера р. Каменки.

Водная система транспортирует достаточно большое количество биогенных элементов — фосфора и азота. Наибольшие концентрации общего фосфора (ТР) относятся к концу подледного периода, в это время в устье р. Старожиловки, в центральной зоне озера и в среднем течении р. Каменки содержание ТР составляло 0.232–0.265 мг Р л⁻¹. В период открытой воды наибольшие концентрации ТР также обнаружены в устье Старожиловки, а также в прилегающей к нему мелководной зоне озера. Таким образом, Старожиловка является существенным поставщиком в озеро этого главнейшего биогенного элемента. Наименьшие концентрации фосфора относятся к Шуваловскому карьере — искусственному водохранилищу, образовавшемуся в результате возведения плотины на р. Каменка, и нижнему течению реки. По содержанию общего фосфора трофический статус оз. Н. Суздальское оценен как гиперэвтрофный, а Шуваловского карьера — эвтрофный [3].

Сезонная динамика соотношения форм фосфора (неорганического — IP и органического — OP) на разных участках водной системы неодинакова. Так, в р. Старожиловке доля фосфатов в ТР возрастает с апреля к концу июля и снижается осенью (конец сентября). Для центральной глубоководной части озера характерна типичная озерная динамика форм фосфора — снижение доли IP по мере активизации фотосинтеза в период с апреля до конца июля и незначительный рост к концу сентября, связанный со снижением интенсивности фотосинтеза при охлаждении водоема и усилении деструкционных процессов. В зоне озера, примыкающей к устью Старожиловки, в период наибольшей вегетации (июль) отмечено присутствие большого количества фосфатов (75% ТР), не утилизируемых биотой, что может служить индикатором загрязнения вод. Характер динамики форм фосфора в р. Каменке и Шуваловском карьере фактически тот же, что и в озере.

Наибольшее содержание общего азота (TN) относится к водам р. Старожиловки и северной мелководной части озера (до 2.64 мг N л⁻¹). В годовом цикле наибольшие значения были зафиксированы в конце зимы, а в период открытой воды на каждом участке системы содержание TN изменялось незначительно. Динамика соотношения форм азота (неорганического и органического) в основном повторяет таковую для фосфора. Присутствие нитритов в устье Старожиловки и примыкающей к нему мелководной части озера в весенне-летний период свидетельствуют о наличии органического загрязнения.

В целом, водная система достаточно хорошо аэрирована. Даже зимой относительное содержание кислорода у дна в центральной части озера не опускалось ниже 23% насыщения. В мае отмечалось пересыщение кислородом поверхностных слоев воды озера и Шуваловского карьера до 114–123%, однако наиболее высокие значения pH (7.96–8.20), связанные с фотосинтезом, отмечались в этих водах в июле.

Судя по значениям бихроматной окисляемости (ХПК) (30–62 мг О л⁻¹), с конца зимы до начала осеннего охлаждения воды системы содержат большое количество органического вещества (ОВ). Содержание легкоокисляемого ОВ (по БПК₅) в водоемах системы также высокое, при этом наибольшие значения БПК₅ (более 8.3 мг О₂ л⁻¹) закономерно отмечаются летом. Факт загруженности водной системы ОВ подтверждается и высокими концентрациями СО₂ в конце подледного периода (до 51.2 мг л⁻¹). Зимой цветность воды всей озерно-речной системы была примерно одинаковой (58–70 град. Pt-Co). В безледный период цветность вод Старожиловки заметно возросла, особенно на устьевом участке, из чего можно заключить, что поверхностный сток оказывает существенное влияние на качество воды в этой зоне. Принимая во внимание то, что устьевой участок реки пересекает Выборгское шоссе с постоянно интенсивным транспортным потоком, кроме того, вдоль этого участка реки проложена новая дорога и ведется прокладка коммуникаций к строящемуся жилому массиву, можно утверждать, что склоновый сток оказывает исключительно негативное влияние на качество воды в нижнем течении реки. Влияние склонового стока подтверждается и высоким содержанием взвесей в конце сентября.

Летом в озере и р. Каменка было отмечено высокое содержание нефтяных углеводородов (на уровне ПДК_в 0.3 мг л⁻¹), связанное с влиянием множества автодорог.

Система оз. Дудергофское – оз. Безымянное – р. Дудергофка берет свое начало южнее Санкт-Петербурга, на Ижорском плато, сложенном карбонатными породами ордовикского периода, поэтому степень минерализации поверхностных вод здесь существенно выше, чем в районе расположения Суздальской системы. Величина Σ_и в водах составляет 530–560 мг л⁻¹. По соотношению главных ионов воды системы являются гидрокарбонатно-магниевыми, за исключением р. Дудергофка в нижнем течении на территории Санкт-Петербурга (ул. Авангардная) (гидрокарбонатно-магниево-натриевые) — здесь антропогенное воздействие приводит к обогащению вод реки ионами Na⁺. В сезонной динамике электропроводности выделяется зимний период, характеризующийся наибольшими значениями УЭП (до 1215 мкСм см⁻¹), в период открытой воды УЭП снижается примерно на 300–400 мкСм см⁻¹.

В Дудергофской системе, в противоположность Суздальской, по мере продвижения от верхних звеньев гидрографической сети к нижним происходит обогащение вод фосфором. Так, осредненные за период наблюдений концентрации TP в озерах Дудергофское, Безымянное, р. Дудергофка в пос. Горелово и ниже (ул. Авангардная) составили, соответственно, 0.023, 0.050, 0.119 и 0.319 мг P л⁻¹. В озерах в течение всего года фосфор в основном находится в составе органических соединений, доля которых в период открытой воды возрастает до 84–100% по сравнению с 55–70% зимой. При этом в водах Дудергофки на протяжении всего периода наблюдений относительное содержание фосфатов было заметно выше — около 40% от TP. По содержанию TP трофический статус оз. Дудергофского оценен как мезотрофный, Безымянного — эвтрофный.

Как и в Суздальской системе, наибольшее содержание TN в воде относится к концу зимы (до 6.71 мг N л⁻¹), затем, в течение периода открытой воды оно имеет тенденцию к снижению. Только на территории города (р. Дудергофка, ул. Авангардная), где система в наибольшей степени подвержена комплексному антропогенному воздействию, TN имеет минимальное значение в мае, а зимой, летом и осенью остается практически постоянным, т.е. на этом участке реки сезонная динамика концентрации TN существенно отличается от природной. В течение всего периода наблюдения в водах системы среди форм азота доминировали нитраты (до 96% TN). Исключение составляет придонный слой оз. Безымянного, где к концу сентября азот на 59% входил в состав ОВ детрита, и р. Дудергофка на территории Санкт-Петербурга, где в это же время содержание NO₃⁻ снизилось до 41% TN, при этом NH₄⁺ и NO₂⁻ возросло, соответственно, до 50 и 8% TN (при наибольших абсолютных концентрациях этих ионов), что указывает на наличие загрязнения.

Воды системы хорошо аэрированы, хотя в конце зимы придонные горизонты озера Дудергофского и Безымянного были насыщены О₂ лишь на 23 и 38%. Очевидно, большое количество кислорода расходуется в процессе деструкции детрита (в частности, в оз. Дудергофское представленного в основном отмершими харовыми водорослями), на что указывает и высокое содержание СО₂ в конце зимы (до 45 мг л⁻¹). В мае отмечены существенное пересыщение поверхностных слоев озера кислородом до 170–176% и высокие значения pH (8.06–8.73), свидетельствующие об активном фотосинтезе.

Цветность воды озера относительно невысокая, что свойственно карбонатным водам. Наименьшие значения отмечены зимой (4–5 град. Pt-Co), когда определяющую роль в поступлении вещества в озеро играет подземное питание. Цветность воды Дудергофки от верхнего течения к нижнему возрастает во все сезоны года, достигая максимума в мае (54 град. Pt-Co). Общее содержание ОВ в системе (по ХПК) также возрастает в направлении от оз. Дудергофское к нижнему течению Дудергофки, причем если в озерах наибольшие значения ХПК относятся к весенне-летнему периоду, то для вод Дудергофки характерен позднее-зимний максимум ХПК. Наибольшее содержание легкоокисляемого ОВ отмечено в оз. Дудергофское в мае, оз. Безымянное — в течение всего весенне-летнего периода (очевидно, временной сдвиг обусловлен различным видовым составом водорослей в озерах), а в нижнем течении Дудергофки — в конце зимы, причем в последнем случае БПК₅ достигало чрезвычайно высокого значения (15.67 мг О₂ л⁻¹). Совершенно очевидно, что здесь значительная часть легкоокисляемого ОВ имеет антропогенное происхождение.

Среди рассматриваемых водных систем система р. Охты, включающая Охтинское водохранилище, испытывает наибольшее техногенное воздействие [1] и при этом отличается наименее минерализованными водами, что делает ее наиболее уязвимой к внешним воздействиям. В самом верхнем пункте наблюдения (среднее течение реки, пос. Вартемяги) величина $\Sigma_{\text{и}}$ составляла 97 мг л^{-1} , в Охтинском водохранилище, выше и ниже его — от 186 до 216 мг л^{-1} , в нижнем течении на территории города (р. Охта, мост Шаумяна) вновь снижалась до 129 мг л^{-1} . В соотношении главных ионов отмечена пространственная неоднородность: в водах среднего течения реки (пос. Вартемяги) доминируют HCO_3^- , SO_4^{2-} и Na^+ , выше водохранилища (Челябинский мост) — HCO_3^- , Cl^- и Na^+ , в водохранилище в поверхностном горизонте — Cl^- и Na^+ , в придонном — HCO_3^- , Cl^- и Na^+ , ниже водохранилища — Cl^- и Na^+ , в нижнем течении (мост Шаумяна) — HCO_3^- , Cl^- и Ca^{2+} . В сезонном цикле, как и в двух других водных системах, наибольшие величины УЭП относятся к концу зимы.

Значительная часть водосбора реки (60%) расположена на заболоченной местности, что отражается на значениях показателей ОВ. Так, цветность воды у пос. Вартемяги достигает 92–192 град. Pt-Co, ниже по течение несколько снижается, варьируя в интервале 43–146 град. Pt-Co. В сезонной динамике цветности отмечен весенний максимум (в мае), связанный с наибольшим поступлением с водосбора почвенного гумуса в период весеннего паводка. Максимум содержания ОВ (по ХПК) также приурочен к маю (до 55 мг О л^{-1}), минимум — к концу сентября (от 13 мг О л^{-1}). В течение года, начиная с конца подледного периода, отмечено смещение максимума содержания ОВ вниз по гидрографической сети. Содержание легкоокисляемого ОВ (по БПК₅) в водах системы также высокое. Наименьшие значения БПК₅ относятся к верхнему пункту наблюдения (пос. Вартемяги), наибольшие (до $6.92 \text{ мг О}_2 \text{ л}^{-1}$) — к участку выше водохранилища (Челябинский мост). В отличие от двух других водных систем, для Охты характерны высокие концентрации CO_2 не только в конце зимы, но и в период открытой воды, что также свидетельствует о загруженности водной системы органическим веществом и дисбалансе продукционно-деструкционных процессов.

Водная система р. Охта характеризуется очень высоким содержанием биогенных элементов — фосфора и азота. Содержание ТР в системе варьирует от 0.104 до $0.430 \text{ мг Р л}^{-1}$. Наименьшее среднегодовое значение ТР ($0.156 \text{ мг Р л}^{-1}$) относится к пос. Вартемяги, наибольшее ($0.311 \text{ мг Р л}^{-1}$) — выше водохранилища (Челябинский мост), в самом водохранилище оно составляло $0.247 \text{ мг Р л}^{-1}$ (гиперэвтрофный водоем), ниже — $0.259 \text{ мг Р л}^{-1}$. Таким образом, в водохранилище задерживается лишь незначительная часть транспортируемого водами реки фосфора. Сезонная динамика фосфора неоднородна на разных участках системы. Так, среднее течение реки (пос. Вартемяги) характеризуется осенним максимумом ТР, нижнее (мост Шаумяна) — весенним, весь средний участок, включая водохранилище, — позднелетним максимумом. В течение всего годового цикла в водах системы в основном доминируют фосфаты, доля которых в ТР составляет от 52 до 97%. Это свидетельствует об ингибировании процесса первичного продуцирования, обусловленного действием как антропогенного (загрязнение), так и природного (высокое содержание гуминовых веществ) факторов. Исключение представляет конец зимы, когда выше водохранилища (Челябинский мост) доля IP снизилась до 15%, а в водах нижнего течения Охты (мост Шаумяна) — до 5% от ТР.

Как и в других изучаемых системах, наибольшее содержание общего азота отмечено в конце зимы (1.52 – 5.98 мг N л^{-1}), наименьшее — в мае (0.44 – 1.61 мг N л^{-1}). От верхних звеньев гидрографической сети к нижним происходит обогащение вод соединениями азота, в основном, неорганическими, относительное содержание которых составляло в течение всего периода наблюдений во всей водной системе от 73 до 98% TN. В водах системы постоянно присутствовали нитриты (до $0.149 \text{ мг N л}^{-1}$), что является признаком органического загрязнения вод. Среди неорганических форм азота в основном доминировала восстановленная — NH_4^+ , что связано с серьезным нарушением кислородного режима в системе, которое само по себе также свидетельствует о наличии загрязнения.

Только в районе пос. Вартемяги воды нормально аэрированы, во всей остальной системе практически постоянно наблюдался дефицит кислорода, однако полного его отсутствия зафиксировано не было. Незначительное пересыщение O_2 было отмечено дважды — в мае выше водохранилища (Челябинский мост) (113%) и в июле в поверхностном слое водохранилища (116%). Значения pH изменяются в узких пределах и в основном соответствуют нейтральной реакции среды, только в период наибольшего развития фотосинтеза в поверхностном слое воды водохранилища значение pH поднялось до 7.84.

Участки системы выше водохранилища (Челябинский мост) и в нижнем течении реки (мост Шаумяна) постоянно выделялись повышенным содержанием взвесей, имеющих, очевидно, аллохтонное происхождение.

Для системы характерно высокое содержание НУВ, часто превышающее ПДК_в. Исследование динамики содержания ряда тяжелых металлов выявило постоянно высокие концентрации Fe и Mn, также превышающие соответствующие значения ПДК_в. Однако высокое содержание этих металлов характерно для данной геохимической провинции. Для Mn характерен рост содержания в воде от верхних звеньев гидрографической сети к нижним. Содержание Al в воде в конце зимы также превышало ПДК_в. Zn, Cu и Pb обнаружены в водах системы в незначительном количестве (концентрация Pb в основном ниже предела чувствительности аналитического определения 0.5 мкг л^{-1}). Максимальные содержания металлов, за исключением Mn, в основном относятся к участку реки выше водохранилища (Челябинский мост). Очевидно, водохранилище служит в качестве геохимического барьера на пути транспорта этих металлов в водной системе.

Исследование трех озерно-речных систем, расположенных в различных геохимических ландшафтах на территории Санкт-Петербурга и ближайших пригородов, отдельные звенья которых в разной степени испытывают антропогенное воздействие, выявило различия в пространственном и временном распределении значений

гидрохимических показателей, обусловленные действием как природных, так и антропогенных факторов. Установлено, что наиболее загрязненным участком Суздальской системы является устье р. Старожиловки и примыкающая к нему северная мелководная зона оз. Нижнего Суздальского. Водоемы системы — оз. Н. Суздальское и Шуваловский карьер, играют роль геохимических барьеров на пути миграции биогенных элементов от верхних звеньев гидрографической сети к нижним. В Дудергофской водной системе, напротив, от верхних звеньев по направлению к нижним происходит обогащение вод химическими веществами, в том числе, биогенными и загрязняющими. В результате, наиболее загрязненными водами характеризуется нижнее течение р. Дудергофка на территории Санкт-Петербурга (ул. Авангардная). Однако повышенная природная минерализация вод системы создает высокую буферную емкость, обеспечивающую относительную устойчивость системы по отношению к внешним негативным воздействиям. Напротив, низкоминерализованные воды Охтинской системы, испытывающей при этом наибольшее техногенное воздействие, являются наиболее уязвимыми. Высокое содержание органического вещества, биогенных элементов и ряда металлов в охтинских водах обусловлено как природными особенностями, так и наличием загрязнения. Наиболее загрязненным участком Охтинской системы по большинству гидрохимических параметров является участок, расположенный выше водохранилища (Челябинский мост). При транспорте от верхних звеньев гидрографической сети к нижним часть биогенных и взвешенных веществ, а также тяжелых металлов задерживается водохранилищем, однако, в меньшей степени, чем это происходит в Суздальской системе.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы №11 ОНЗ РАН № ГР 01201261214.

Список литературы

1. Водные объекты Санкт-Петербурга / Под. ред. С.А. Кондратьева и Г.Т. Фрумина. СПб. 2002. 348 с.
2. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А.Д. Семенова. Л. : Гидрометеиздат. 1977. 542 с.
3. Vollenweider R.A., Kerekes I. The loading concept as basis for controlling eutrophication philosophy and preliminary results of the OECD programme on eutrophication // Progr. Wat. Technol. 1980. Vol. 12. № 2. P. 5–38.

УДК 574.583 (470.341-25)

ВИДОВАЯ СТРУКТУРА ЗООПЛАНКТОНА МАЛЫХ РЕК ГПБЗ «КЕРЖЕНСКИЙ» НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

М. Ю. Ильин, Г. В. Шурганова, И. А. Кудрин

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Национальный исследовательский университет

603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23, к. 1, e-mail: maxim_ilin@mail.ru

Дан анализ видовой структуры зоопланктона малых рек, протекающих по территории государственного природного биосферного заповедника «Керженский» Нижегородской области.

Ключевые слова: видовая структура, зоопланктон, малые реки, биосферный заповедник.

Species structure of zooplankton of small rivers that flow through the territory state nature biosphere reserve "Kerzhensky" of the Nizhny Novgorod region was analyzed.

Keywords: zooplankton, species structure, small rivers, biosphere reserve.

Введение. Состояние живой природы Нижегородской области вызывает серьезные опасения. Быстрыми темпами идет обеднение биологического разнообразия. Малонарушенные природные сообщества представляют наибольшую ценность для территориальной охраны природы. Существующие и зарезервированные особо охраняемые природные территории (ООПТ) на территории области играют важную роль в сохранении разнообразия видов живых организмов и экосистем (Бакка, Киселева, 2008).

В 2012 г. в Нижегородской области насчитывалось 407 ООПТ, которые занимали 6.5% площади региона, что в целом превышало средний показатель для Приволжского федерального округа (4.5%) (Состояние окружающей среды ..., 2012).

Государственный природный биосферный заповедник (ГПБЗ) «Керженский» — единственный на территории области заповедник. Он расположен в Борском и Семеновском районах области в среднем течении р. Керженец, в его левобережной части. Заповедник образован в 1993 г. с целью сохранения типичных и уникальных природных комплексов южной тайги со свойственным им биологическим разнообразием. Площадь заповедника около 47 тыс. га. (Состояние окружающей среды ..., 2012).

Гидрологическую сеть заповедника образуют реки, озера и болота. По р. Керженец проходит юго-западная граница заповедника. Наиболее крупные его притоки — Вишня, Большая и Малая Черная, Пугай. Длина остальных рек меньше 10 км: Ухмантей, Рустайчик, Чернушка, Бугровка, Пугайчик. Особенности рельефа способствовали образованию многочисленных сфагновых болот. Самые большие из них — Вишенское и Масловское. Территории заповедника и его охранной зоны входят в состав Камско-Бакалдинской группы болот — водно-болотного угодья международного значения в соответствии с Рамсарской конвенцией. Это крупнейший болотно-торфяной массив бассейна Волги (Бакка, Киселева, 2008).

На сегодняшний день в условиях заповедного режима усиленно размножается речной бобр — *Castor fiber* (Linnaeus, 1758), он стал обычным видом и встречается практически во всех типах водоемов заповедника, серьезно влияя на гидрологический режим последних. Следы жизнедеятельности бобра регулярно отмечаются по территории заповедника (Курочкин и др., 2002).

Зоопланктон притоков р. Керженец, протекающих по территории заповедника «Керженский», практически не изучен. Отдельные эпизодические упоминания о нём, сделанные на основе анализа единичных проб, приводятся в работах сотрудников Горьковского (Нижегородского) университета (Шахматова и др., 1978), а также Н.Г. Баянова и Е.А. Фроловой (2001).

Целью данной работы являлось изучение видовой структуры зоопланктона р. Керженец и его притоков — малых рек Рустайчик, Вишня, Ухмантей, Черная, Большая Черная, Малая Черная, Чернушка, Пугай, Пугайчик, Бугровка

Материалы и методы. Материалом для работы послужили 23 пробы зоопланктона, отобранные при единовременной съемке (9–11 июля 2013 г.) на водных объектах, расположенных на территории ГПБЗ «Керженский»: реках Рустайчик, Вишня, Ухмантей, Черная, Большая Черная, Малая Черная, Чернушка, Пугай, Пугайчик, Бугровка. Кроме того, были взяты пробы на участке р. Керженец, расположенном вдоль границы территории ГПБЗ «Керженский», в точках выше и ниже впадения рек Рустайчик, Вишня, Большая Черная, Пугай (рис. 1).

Пробы зоопланктона были отобраны путем процеживания 200 л воды через сеть Апштейна (газ № 64). Обработка материала проводилась общепринятым в практике гидробиологических исследований методом (Методические рекомендации ..., 1982). Идентификацию видов зоопланктона проводили с использованием следующих руководств (Определитель зоопланктона ..., 2010; Определитель пресноводных беспозвоночных ..., 1995; Кутикова, 1970 и др.).

Расчет индекса видового разнообразия Шеннона и индекса выравненности Пиелу проводился по соответствующим формулам (Мэгарран, 1992). При расчетах индексов науплиальные и копепоидные стадии веслоногих ракообразных учитывались как отдельные виды. Статистическая обработка материала осуществлялась с использованием стандартных пакетов программ MS Excel 2010, Statistica (v.6.0).

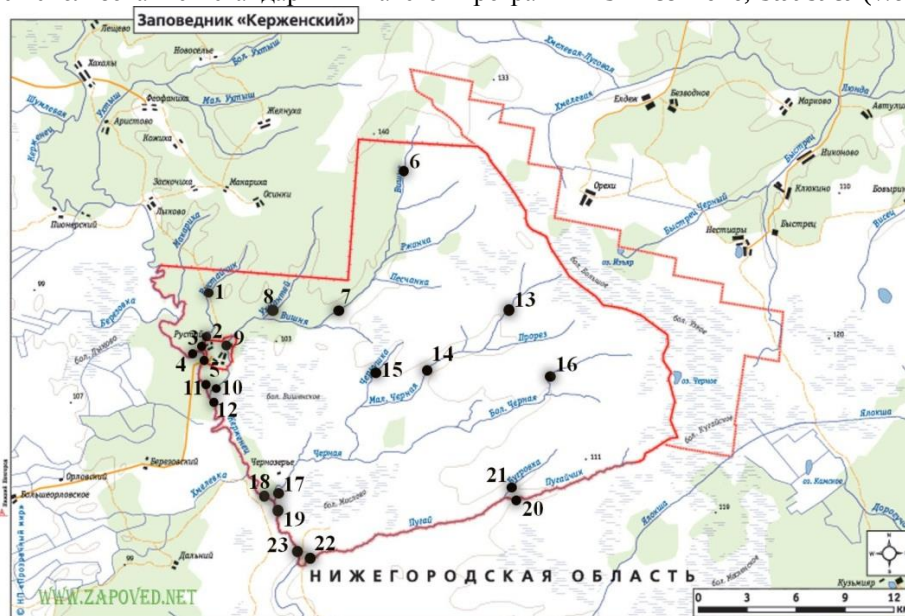


Рис. 1. Расположение точек отбора проб зоопланктона на территории ГПБЗ «Керженский» в июле 2013 г.: 1) р. Рустайчик, среднее течение; 2) р. Рустайчик, нижнее течение; 3) р. Рустайчик, устье; 4) р. Керженец, выше устья р. Рустайчик; 5) р. Керженец, ниже устья р. Рустайчик; 6) р. Вишня, верхнее течение; 7) р. Вишня, среднее течение; 8) р. Ухмантей; 9) р. Вишня, пос. Рустай; 10) р. Вишня, устье; 11) р. Керженец, выше устья р. Вишня; 12) р. Керженец, ниже устья р. Вишня; 13) р. М. Черная, верхнее течение; 14) р. М. Черная, среднее течение; 15) р. Чернушка; 16) р. Б. Черная, верхнее течение; 17) р. Черная, нижнее течение; 18) р. Керженец, выше устья р. Черная; 19) р. Керженец, ниже устья р. Черная; 20) р. Пугайчик; 21) р. Бугровка; 22) р. Пугай, нижнее течение; 23) р. Керженец, выше устья р. Пугай.

Результаты и их обсуждение. Видовой состав. В составе зоопланктона малых рек ГПБЗ «Керженский» идентифицировано 93 вида планктонных животных, из них Rotifera (коловратки) — 44 вида, Cladocera (ветвистоусые ракообразные) — 37 видов, Copepoda (веслоногие ракообразные) — 12 видов. Из идентифицированных организмов 51 вид планктонных животных, в том числе 27 видов коловраток, 18 видов ветвистоусых и 6 видов веслоногих ракообразных, были обнаружены в водных объектах заповедника впервые. В их число входит коловратка *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) — вид-вселенец из Северной Америки, обнаруженный на некоторых станциях р. Керженец.

Наибольшее число видов было идентифицировано в р. Керженец — 54 вида, наименьшее — 22 вида — в бассейне р. Пугай (табл. 1).

Преобладающей систематической группой зоопланктона р. Керженец были коловратки, р. Рустайчик и бассейна р. Черной — коловратки и ветвистоусые ракообразные, бассейнов рек Пугай и Вишни — ветвистоусые ракообразные.

Численность и биомасса зоопланктона. Показатели количественного развития зоопланктона исследуемых рек существенно отличались между собой. В таблице 2 и 3 приведены средние показатели численности и

биомассы основных групп зоопланктона рек Керженец, Рустайчик и бассейнов рек Вишня, Черная, Пугай (без учета показателей количественного развития зоопланктона рек Ухмантей, Чернушка и Бугровка).

Таблица 1. Число видов основных групп зоопланктона в бассейнах рек ГПБЗ «Керженский» в 2013 г.

Группа Объект	Rotifera		Cladocera		Copepoda		Zooplankton	
	Число видов	% от суммы	Число видов	% от суммы	Число видов	% от суммы	Число видов	% от суммы
р. Керженец	28	51.9	21	38.9	5	9.3	54	100
р. Рустайчик	19	42.2	19	42.2	7	15.6	45	100
Бассейн р. Вишни	9	27.3	20	60.6	4	12.1	33	100
Бассейн р. Черная	16	48.5	14	42.4	3	9.1	33	100
Бассейн р. Пугай	8	36.4	14	63.6	0	0	22	100

Таблица 2. Средние показатели численности (тыс. экз./м³) и соотношение численности таксономических групп (%) рек ГПБЗ «Керженский» в 2013 г.

Таксон	р. Рустайчик		Бассейн р. Вишни		Бассейн р. Черная		Бассейн р. Пугай		р. Керженец	
	Среднее	%	Среднее	%	Среднее	%	Среднее	%	Среднее	%
Rotifera	3.3±1.8	34.7	0.41±0.07	2.8	31±26.2	80.9	0.8±0.75	64	1.7±0.7	70.5
Cladocera	5.3±2.8	55.8	13.5±11.7	97.1	7±3.9	18.3	0.45±0	36	0.7±0.3	29
Copepoda	0.88±0.67	9.5	0.04±0.02	0.1	0.3±0.25	0.8	0	0	0.03±0.01	0.5
Zooplankton	9.5±1.3	100	13.9±11.7	100	38.3±27.8	100	1.25±0.75	100	2.41±0.84	100

Таблица 3. Средние показатели биомассы (мг/м³) и соотношение биомасс таксономических групп (%) рек ГПБЗ «Керженский» в 2013 г.

Таксон	р. Рустайчик		Бассейн р. Вишни		Бассейн р. Черная		Бассейн р. Пугай		р. Керженец	
	Среднее	%	Среднее	%	Среднее	%	Среднее	%	Среднее	%
Rotifera	0.54±0.42	2.6	0.05±0.02	0.3	2.11±1.6	15.3	0.117±0.113	10.2	0.36±0.16	20
Cladocera	12.24±5	56.1	35±32.2	95.4	6.9±4.2	50.4	1±0.15	87.7	1.2±0.34	66.7
Copepoda	9±6.8	41.3	1.6±0.99	4.3	4.7±4	34.3	0.02±0.02	0.1	0.29±0.08	13.3
Zooplankton	21.8±2	100	36.7±33.2	100	13.7±8.4	100	1.14±0.02	100	1.8±0.45	100

Малая река Рустайчик характеризовалась средними по численности и относительно высокими по биомассе показателями развития зоопланктона (табл. 2, 3). Доминирующими видами по численности были: *Disparalona rostrata* (Koch, 1841), *Pleuroxus aduncus* (Jurine, 1820), копепоиды Cyclopoida. По биомассе доминировали *Macrocyclus albidus* (Jurine, 1820), *Daphnia galeata* (Sars, 1864), *Simocephalus vetulus* (O.F. Müller, 1776).

Доминирующими видами в р. Вишня были *Ceriodaphnia quadrangula* (O.F. Müller, 1785), науплиусы Cyclopoida, *Scapholeberis mucronata* (O.F. Müller, 1776). Существенную роль в создании суммарной биомассы здесь играли *S. mucronata* и *Daphnia galeata*. На фоне и без того высоких средних показателей количественного развития зоопланктона рек бассейна р. Вишни (табл. 2, 3) значительно выделялась р. Ухмантей (бассейн р. Вишня), которая характеризовалась самой высокой численностью и очень высокой биомассой зоопланктона среди всех исследованных нами рек (32.47 тыс. экз./м³ и 4308.3 мг/м³ соответственно). Зоопланктон р. Ухмантей характеризовался сильным доминированием *Ceriodaphnia dubia* (Richard, 1894) (57.0 и 60.5% от общей численности и биомассы зоопланктона соответственно) и *Daphnia pulex* (Leydig, 1860) (30.8 и 29.7%).

Бассейн р. Черной характеризовался самым высоким средним значением численности зоопланктона, среди исследованных водотоков (табл. 2) и средними показателями по биомассе (табл. 3). Здесь в численном отношении доминировали *Polyarthra major* (Burckhardt, 1900) и *Disparalona rostrata*, а по биомассе — копепоиды Cyclopoida и *Disparalona rostrata*. К бассейну реки принадлежит р. Чернушка, в которой была зафиксирована высокая численность и самые высокие показатели биомассы (21.45 тыс. экз./м³ и 5178.17 мг/м³ соответственно). Зоопланктон р. Чернушка характеризовался подавляющим численным преобладанием ветвистоусых ракообразных, в частности, *Daphnia pulex* (94.7% от общей численности и 99.5% от общей биомассы зоопланктона).

В бассейне р. Пугай наибольшие показатели численности и биомассы зоопланктона были зафиксированы в р. Бугровка (4.14 тыс. экз./м³ и 484.66 мг/м³ соответственно), в которой по численности доминировали ракообразные, в частности, *Simocephalus vetulus* и науплиальные стадии Cyclopoida, а основную долю суммарной биомассы создавали *Simocephalus vetulus* (83.9%) и *Daphnia pulex* (10.9%). В целом, зоопланктон бассейна р. Пугай (за исключением р. Бугровки) характеризовался низкими значениями численности и биомассы (табл. 2, 3), доминированием ветвистоусых ракообразных, в частности, *Alona affinis* (Leydig, 1860) и коловраток *Euchlanis dilatata* (Ehrenberg, 1832).

Зоопланктон р. Керженец, наряду с р. Пугай, характеризовался наиболее низкими показателями количественного развития зоопланктона среди всех обследованных рек (табл. 2, 3). Доминирующими по численности и биомассе зоопланктона р. Керженец были коловратка *Brachionus quadridentatus* (Herman, 1783) и ветвистоусый рачок *Disparalona rostrata*.

Оценка сложности видовой структуры. Значения индекса Шеннона, рассчитанные как по численности, так и по биомассе зоопланктона всех исследованных водных объектов существенно изменялись (табл. 4).

Таблица 4. Индексы видового разнообразия Шеннона (H_N , бит/экз.; H_B , бит/г) и выравненности Пиелу (e_N ; e_B , у.е.) зоопланктонного комплекса водных объектов ГПБЗ «Керженский» в 2013 г.

Водный объект	H_N	e_N	H_B	e_B
р. Рустайчик	2.36 ± 0.34	0.82 ± 0.04	1.67 ± 0.22	0.62 ± 0.14
Бассейн р. Вишня	1.66 ± 0.18	0.73 ± 0.07	1.50 ± 0.16	0.66 ± 0.07
Бассейн р. Черная	1.29 ± 0.33	0.64 ± 0.16	1.07 ± 0.39	0.46 ± 0.14
Бассейн р. Пугайчик	1.43 ± 0.12	0.67 ± 0.10	0.98 ± 0.36	0.45 ± 0.15
р. Керженец	1.97 ± 0.22	0.83 ± 0.05	1.44 ± 0.28	0.57 ± 0.09

Судя по значениям индекса Шеннона, рассчитанным по численности и биомассе зоопланктона, наибольшее упрощение видовой структуры зоопланктона наблюдалось на р. Чернушка (бассейн р. Черная) ($H_N = 0.19$, бит/экз.; $H_B = 0.03$, бит/г), что было обусловлено низкой выравненностью ($e_N = 0.11$; $e_B = 0.02$, у.е.) численностей видов за счет значительного доминирования ветвистоусого рачка *Daphnia pulex*.

Анализ индекса Шеннона, рассчитанного по биомассе зоопланктона, показал, что сильно упрощенная видовая структура зоопланктона была характерна для рек Бугровка, Ухмантей, нижнего течения рек Пугай, Малая Черная, а также для р. Керженец (ниже устья р. Рустайчик и ниже устья р. Вишни). Во всех перечисленных случаях низкие значения индекса Шеннона были обусловлены низкой выравненностью видов.

Закключение. По результатам съемки 2013 г. зоопланктон малых рек ГПБЗ «Керженский» был представлен 93 видами, из них 51 вид был обнаружен в водных объектах заповедника впервые.

На некоторых станциях р. Керженец был обнаружен вид-вселенец из Северной Америки — коловратка *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908), которая, вероятно, уже имеет широкое распространение по территории области.

В целом, значения индекса видового разнообразия и выравненности, рассчитанные по численности и биомассе зоопланктона, для большинства обследованных рек ГПБЗ «Керженский» не принимали критических значений, за исключением р. Чернушка, где отмечается очень высокая степень монодоминирования, а также ряда станций (р. Бугровка, р. Ухмантей, верхнее течение р. Малая Черная, нижнее течение р. Пугай, р. Керженец (ниже устья р. Рустайчик и ниже устья р. Вишни), на которых индексы видового разнообразия Шеннона (по биомассе) приобретали значения меньше единицы. Это было обусловлено низкой выравненностью видов зоопланктона.

Многие малые реки заповедника подвергаются зоогенной трансформации, в результате деятельности речного бобра, который оказывает существенное влияние на состояние зоопланктона этих рек. В результате строительства бобровых запруд во многих водотоках снижается скорость течения, повышается сапробность и трофность. На фоне р. Керженец и р. Пугай, где отмечается минимальное зоогенное влияние, выделяются участки водотоков с очень высокими показателями количественного развития зоопланктона — малые реки Чернушка, Бугровка, Ухмантей, Малая Черная, которые в результате деятельности бобра приобретают эвтрофный характер. Это согласуется с данными А.В. Крылова (2003), который утверждает, что основным лимитирующим фактором для количественного развития зоопланктона на малых реках выступает скорость течения: чем она выше, тем планктон менее выражен в количественном отношении. Строительная деятельность бобров на малых реках способствует возникновению специфических биотопов, зоопланктон которых характеризуется высоким количественным обилием, происходит зоогенная эвтрофикация малых рек (Крылов, 2003).

Оценка видовой структуры зоопланктона рек, протекающих по территории ГПБЗ «Керженский», проведенная на основе единовременной съемки, вносит определенный вклад в исследование видовой структуры зоопланктона водотоков ООПТ. Подобные работы должны быть продолжены для получения новых сведений о видовом разнообразии зоопланктона, а также лечь в основу мониторинговых исследований охраняемых природных территорий.

Список литературы

- Бакка С.В., Киселева Н.Ю. Особо охраняемые природные территории Нижегородской области. Аннотированный перечень // Н. Новгород, 2009. 560 с.
- Баянов Н.Г., Фролова Е.А. Фауна гидробионтов Керженского заповедника // Природные условия Керженского заповедника и некоторые аспекты охраны природы Нижегородской области. Труды ГПЗ «Керженский». Т. 1. Нижний Новгород, 2001. С. 251–286.
- Крылов А.В. Зоопланктон равнинных малых рек в изменяющихся условиях среды: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2003. 41 с.
- Курочкин Д.В., Кориунов Е.Н., Пониматко А.О. Аннотированный список млекопитающих керженского заповедника // Материалы по фауне Нижегородского Заволжья. Труды ГПЗ «Керженский». Том 2. Нижний Новгород, 2002. С. 19.
- Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР. Л.: Наука, 1970. 744 с.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л.: ГосНИОРХ. ЗИН АН СССР. 1982. 32 с.
- Муравейский С.Д. Животный планктон реки Керженец (Материалы по планктону придаточных систем р. Волги) // Работы Волжской Биологической Станции. Саратов, 1924. Т. VII, № 4–5. С. 125–141.
- Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 181 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т.2. СПб, 1995. 630 с.
- Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т.1. Зоопланктон / под ред. В.Р. Алексеева. С.Я. Цалолихина. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. 495 с.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАЛЫХ РЕК Г. ПЕРМИ (Р. ЕГОШИХИ И Р. ДАНИЛИХИ) ПО БИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Д. А. Кадочников¹, Е. М. Кузнецова², Н. Б. Овчанкова¹

¹Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия, Hydrobiology.09@yandex.ru

²Пермское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», г. Пермь, Россия

Описан видовой состав и дана оценка количественного развития зоопланктона и зообентоса двух малых рек, протекающих по территории г. Перми (рр. Егошихи и Данилихи). Полученные данные являются основой биомониторинговых исследований на этих реках, которыми занимаются специалисты кафедры зоологии беспозвоночных и водной экологии ПГНИУ начиная с 1990 г. под руководством профессора М.С. Алексевниной. Подобные исследования позволяют: 1) установить «отклик» речной экосистемы на воздействие загрязнителей, 2) решить проблемы, связанные с вопросами биологического мониторинга качества воды, 3) оценить способность водоёма к самоочищению.

Ключевые слова: зоопланктон, зообентос, антропогенная нагрузка, малые реки, сезонная динамика, экологический статус, количественное развитие, сапробность, трофность, биомониторинг.

A taxonomic composition and quantity of the zooplankton and benthos of two small rivers (Yegoshikha river & Danilikha river), which flow through Perm, are described. The obtained data are the basis for biomonitoring studies on the rivers, which are handled by experts from the Department of Invertebrates Zoology and Freshwater Ecology (PSNRU) under the supervision of Professor M.S. Aleksevina since 1990. Such studies allow us 1) to establish a “response” of the river ecosystem on the impact of pollutants, 2) to solve problems, which are related to the issues of freshwater biomonitoring, and 3) to assess the ability of the reservoir to clean itself.

Keywords: Zooplankton, zoobenthos, anthropogenic stressors, small rivers, seasonal distribution, ecological status, quantity of zooplankton & zoobenthos, saprobity, water body trophicity, biomonitoring.

Реки — своеобразный символ Пермских земель. В гербе г. Перми речное «богатство» нашего края нашло своё отражение в виде широкой голубой полосы на геральдическом щите. Всего рек в Пермском крае около 30 000, общей протяженностью свыше 90 000 км. Абсолютное большинство из них — малые, длиной менее 100 км [3]. Реки, протекающие на урбанизированных территориях, подвергаются большому засорению и загрязнению сточными водами, что отражается на жизни людей, на жизни больших рек, ибо всё начинается с малого. Охрана, благоустройство и приведение в порядок малых рек, подверженных антропогенной нагрузке, представляет собой важную экологическую и хозяйственную задачу. Гидробиологические исследования позволяют решать вопросы, связанные с контролем качества вод и оценивать способность водоёмов к самоочищению.

Объектами нашего исследования послужили рр. Егошиха и Данилиха, относящиеся к группе самых маленьких рек (длиной < 10 км) [3]. Протяженность р. Егошихи составляет 8.5 км; ширина в межень достигает 1–2 м; глубины колеблются от 0.1 до 1.5 м; скорость течения изменяется в пределах от 0.2 до 0.9 м/с. Длина р. Данилихи — 7.0 км, летняя межень, поддерживаемая дождями, довольно высокая (ширина реки до 6 м), глубины меняются от 0.4 до 0.9 м; скорость течения варьирует от 0.1 до 0.6 м/с. Питание рек снеговое, грунтовое и дождевое. Ложе рр. Егошихи и Данилихи сформировано песками различной степени заиления на гравийно-галечниковой подложке, а также галечниково-песчаными фракциями. Обе реки подвержены влиянию стоков промышленных предприятий, коммунально-бытовых и дачных стоков, автотранспортных отходов (сливы с автомоек) [2].

Материалом для исследования структуры и распределения планктонных и донных сообществ рек Егошихи и Данилихи послужили 30 проб зоопланктона, взятых в 2014 г., и 50 проб зообентоса, отобранные на разных участках с июня 2012 г. по январь 2013 г. Сбор и обработку материала проводили по стандартным методикам [4–6].

За время исследований зоопланктона рек Егошихи и Данилихи были зарегистрированы представители следующих семейств коловраток: Asplanchnidae (1 вид), Brachionidae (5), Euchlanidae (1), Lecanidae (1), Notommatidae (1), Eriphanidae (1); из ветвистоусых: Daphniidae (2), Chydoridae (2), Ilyocryptidae (1); веслоногие рачки были представлены одним семейством Cyclopidae и подсемействами Eucyclopinae (2) и Cyclopinae (5). При этом в р. Егошихе было обнаружено 18 видов зоопланктонных животных, из них Rotatoria — 8, Cladocera — 4 и Sorepoda — 6. Доминирующее положение занимал веслоногий рачок *Eucyclops serrulatus* (Fisher). В р. Данилихе зарегистрировано 19 видов зоопланктёров (7, 5 и 7 соответственно). Доминировали ракообразные: *Eu. serrulatus* и *Cyclops strenuus* Fischer. Все обнаруженные виды являются широко распространёнными, эврибионтными. Больше половины видового разнообразия формируют единичные и малочисленные виды, например, коловратки *Euchlanis luksiana* Hauer, *Cephalodella gibba* (Ehrenberg), кладоцеры *Simocephalus exspinosus* (De Geer), *Ceriodaphnia pulchella* Sars и веслоногий рачок *Ectocyclops phaleratus* (Koch, 1838).

Средние показатели биомассы планктонной фауны в р. Егошихе составили 6.7 мг/м³ при численности 1.5 тыс. экз./м³; в Данилихе — 34.0 мг/м³ и 5.4 тыс. экз./м³ соответственно. Основу численности в обеих реках обеспечивает науплиально-копеподитный комплекс, по биомассе преобладают веслоногие за счёт крупного рачка *Eucyclops serrulatus* — 48.0% от общей биомассы в Егошихе и 39.0% — в Данилихе.

В распределении биомассы зоопланктона в реках Егошихе и Данилихе наблюдается общая закономерность: снижение величины биомассы от верхнего участка к нижнему (табл. 1). При этом в р. Данилихе эти ве-

личины значительно выше, особенно в верхнем течении. Это может быть связано с медленным течением реки и наличием затонов, что создаёт благоприятные условия для развития зоопланктона в этом водотоке.

Таблица 1. Численность (N, тыс. экз./м³) и биомасса (B, мг/м³) зоопланктона на разных участках рр. Егошихи и Данилихи в 2014 г.

Таксон	Егошиха			Данилиха		
	Верхний, N/B	Средний, N/B	Нижний, N/B	Верхний, N/B	Средний, N/B	Нижний, N/B
Rotifera	0.3/0.6	0.1/0.3	0.1/0.2	0.1/0.8	<0.1/<0.1	<0.1/<0.1
Cladocera	<0.1/0.3	0.1/0.3	<0.1/0.1	0.1/25.9	0.1/4.0	0.1/0.3
Copepoda	0.9/6.9	1.9/6.3	1.1/5.1	8.9/57.9	3.1/11.9	4.4/12.5
Всего	1.2/7.8	2.1/6.9	1.2/5.5	9.1/83.9	3.2/15.9	4.5/12.8

В сезонной динамике развития зоопланктонных сообществ наибольший подъём численности и биомассы наблюдается летом за счёт массового развития веслоногих рачков (табл. 2). Зимой количество зоопланктона значительно выше, чем весной. Что, очевидно, связано с тем, что в зимний период реки не замерзают и весной условия неблагоприятны из-за повышения скорости течения и загрязнения водоёмов талыми водами. В целом, планктонные сообщества исследуемых рек достаточно типичны для малых водотоков и их структура, в основном, определяется придонными формами копепоид.

В составе зообентоса р. Егошихи нами зарегистрировано 27 видов донных животных, относящихся к 5 классам: Oligochaeta (5 видов), Hirudinea (3), Bivalvia (1), Crustacea (1) и Insecta (17). Зообентоценоз р. Данилихи представлен 57 видами из 7 классов: Nematoda (1 вид), Oligochaeta (4), Hirudinea (4), Bivalvia (1), Gastropoda (8), Crustacea (1), Insecta (38). Самой распространенной группой гидробионтов в исследуемых реках являются малощетинковые черви из сем. Naididae (*Nais elingus* O.F. Müller, 1773 встретился в обеих реках, *Stylaria lacustris* (Linné, 1767) — в р. Данилихе) и сем. Tubificidae с часто встречающимся видом *Tubifex tubifex* (O.F. Müller, 1773). Из пиявок зарегистрированы представители семейств Glossiphoniidae (*Glossiphonia complanata* (Linné, 1758)) и Herpobdellidae (*Herpobdella octoculata* (Linné, 1758) и *H. lineata* (O.F. Müller, 1774)). Среди двусторчатых моллюсков в реках установлен единственный вид из сем. Pisidiidae — *Pisidium amnicum* (O.F. Müller, 1774), который в массе развивается в р. Егошихе (до 160 экз./м²).

Таблица 2. Сезонная динамика численности (N, тыс. экз./м³) и биомассы (B, мг/м³) зоопланктона рр. Егошихи и Данилихи в 2014 г.

Река	Зима, N/B	Весна, N/B	Лето, N/B
Егошиха	1.4/2.8	0.7/2.2	2.3/13.2
Данилиха	0.9/7.0	1.2/4.5	11.1/72.4

Брюхоногие моллюски отмечены только в р. Данилихе и представлены 8 видами из 3 семейств: сем. Bithyniidae (*Bithynia tentaculata* (Linné, 1758), *Opisthorchophorus troscheli* (Paasch, 1842), *O. hispanicus* (Servain, 1880)); сем. Lymnaeidae (*Lymnaea truncatula* (O.F. Müller, 1774), *L. intermedia* Lamarck, 1822, *L. lagotis* (Schranck, 1803)); сем. Planorbidae (*Anisus laevis* (Alder, 1838), *A. acronicus* (Ferussac, 1807)).

Наибольшим видовым разнообразием в обеих реках отличаются насекомые. В р. Егошихе зарегистрировано 17 видов. Самыми распространенными оказались представители отряда Diptera, среди которых преобладают личинки комаров-звонцов (10 видов). Из них наибольшее развитие получают *Chironomus plumosus* (Linné, 1758) и *Prodiamesa olivacea* Meigen, 1818. Остальные двукрылые встречались единичными экземплярами (сем. Syrphidae и сем. Culicidae). Кроме двукрылых зарегистрированы личинки водных жуков (отр. Coleoptera), среди которых отмечены представители рр. *Dytiscus* Linné, 1758; *Cubister* Curtis, 1827; *Platambus* Thomson, 1869. В р. Данилихе отмечено 38 видов насекомых. Из двукрылых преобладают комары-звонцы (29 видов). Вид *Prodiamesa olivacea* Meigen, 1818 получает наибольшее развитие (52%). Другие двукрылые представлены единичными экземплярами из семейств Limoniidae, Simuliidae, Ceratopogonidae. Кроме двукрылых зарегистрированы представители отряда Ephemeroptera (сем. Baetidae), отр. Coleoptera (сем. Haliplidae) и отр. Trichoptera (сем. Limnophilidae).

В сезонной динамике численности и биомассы бентофауны рек наблюдается формирование высокопродуктивных бентоценозов летом. В составе бентосных сообществ р. Егошихи доминируют личинки комаров-звонцов, обеспечивая 32.9% численности и 39.4% биомассы зообентоса, и малощетинковые черви, которые составляют 59.3% численности и 19.9% биомассы. В составе бентоценоза р. Данилихи доминируют малощетинковые черви, обеспечивая 68.1% численности и 22.7% биомассы зообентоса (табл. 3). Осенью общие показатели численности и биомассы зообентоса р. Егошихи снижаются, в бентоценозах преобладают малощетинковые черви, обеспечивая 89.7% биомассы гидробионтов. В р. Данилихе количественные показатели зообентоса повышаются, преобладающей группой являются малощетинковые черви, которые обеспечивают 92.0% биомассы гидробионтов (табл. 3). Зимой, при низких значениях численности и биомассы бентофауны р. Егошихи, массовое развитие получают криофильные личинки комаров-звонцов, среди которых преобладают мелкие формы представителей п/сем. Orthoclaadiinae (*Orthocladus consobrinus* (Holmgren, 1869)) и *O. mallochi* Kieffer, 1919), составляя 90.8% биомассы беспозвоночных). Велика численность малощетинковых червей, представленных видом *Nais elingus* O.F. Müller, 1773, которые сохраняют активность в зимний период, образуя цепочки особей для размножения. В р. Данилихе, при низких значениях количественных показателей бентофауны, массовое развитие получают олигохеты из сем. Tubificidae, обеспечивая 98.8% биомассы (табл. 3).

Анализ межгодовой динамики биомассы зообентоса рр. Егошихи и Данилихи (1992–2013 гг.) показал, что в период 1992–1999 гг. реки были гиперэвтрофированы, о чём свидетельствуют высокие биомассы зообентоса, достигавшие в р. Егошихе 412.5 г/м² (1994 г.), а в р. Данилихе — 593.3 г/м² (1993 г.) (табл. 4) [1]. Основную часть биомассы зообентоса составляли трубифициды, представленные рр. *Tubifex* и *Limnodrilus*, что свидетельствовало о стойком органическом загрязнении рек. В 2012 г. биомасса бентофауны оказалась <5.0 г/м² и составила для р. Егошихи 3.8 г/м², для р. Данилихи — 4.7 г/м² (табл. 4). Это позволяет отнести изученные реки к водным объектам мезотрофного типа.

Таблица 3. Численность (N, экз./м²) и биомасса (B, г/м²) основных групп бентофауны малых рек г. Перми в 2012–2013 гг.

Таксон	р. Егошиха			р. Данилиха		
	Лето	Осень	Зима	Лето	Осень	Зима
	N/B	N/B	N/B	N/B	N/B	N/B
Кл. Oligochaeta	2693/2.5	1584/1.4	133/<0.1	1410/1.0	3840/2.8	1318/0.9
Кл. Hirudinea	120/4.4	—	—	39/0.8	80/1.9	—
Кл. Gastropoda	—	—	—	—	5/<0.1	—
Кл. Bivalvia	12/0.2	—	—	19/2.0	47/3.3	—
Кл. Crustacea	192/0.4	—	11/<0.1	—	—	8/<0.1
Кл. Insecta (сем. Chironomidae)	1499/4.9	32/0.2	67/0.5	584/0.6	190/0.9	8/<0.1
Кл. Insecta (прочие)	40/0.2	—	5/<0.1	13/0.1	10/0.1	—
Всего	4556/12.6	1616/1.6	216/0.6	2065/4.5	4172/9.0	1334/1.0

Следует отметить, что к настоящему времени значительно увеличилось видовое разнообразие донных сообществ изучаемых рек. Так, состав их бентоценозов значительно пополнился видами хирономид, относящимися к п/сем. Orthocladiinae (*Orthocladia rivicola* Kieffer, 1911, *O. manitobensis* Saether, 1969), Chironominae (*Chironomus cingulatus* Meigen, 1830, *Pentapedium exsectum* (Kieffer, 1916)), Tanypodinae (*Derotanyus sibiricus* (Kruglova et Tchernovskij, 1940), *Ablabesmyia phatta* (Eggert, 1863)), а также видами других насекомых, представителей отр. Ephemeroptera (*Procladius bifidus* Bengtsson, 1912, *Procladius dipterum* (gr. *Dipterum*) (Linné, 1761), *C. luteolum* (O.F. Müller, 1776)) и отр. Trichoptera (*Limnophilus flavicornis* (Fabricius, 1787)).

Таблица 4. Многолетняя динамика биомассы (B, г/м²) зообентоса малых рек г. Перми (1992–2012 гг.)

Река	1992	1993	1994	1998	1999	2012
Егошиха	12.0	92.8	412.5	158.4	17.3	3.8
Данилиха	149.6	593.3	458.9	21.1	43.7	4.7

Изменения структурно-функциональных характеристик бентоценозов рек свидетельствует об улучшении их экологического состояния. Подтверждением этому является рассчитанный нами индекс сапробности по Пантле-Букку [6]. В 1999 г. значение индекса для р. Егошихи составило 3.7, для р. Данилихи — 3.8, что позволяло отнести их к водоёмам полисапробного типа. По данным, полученным в 2012–2013 гг., индекс сапробности для р. Егошихи составил 3.2, что свойственно водоёмам α-мезосапробного типа. Значение индекса сапробности для р. Данилихи составило 2.3, что характерно для β-мезосапробных водоёмов. На основе анализа данных по видовому разнообразию и структуре зоопланктонных сообществ индекс сапробности для Егошихи варьирует от 1.1 до 2.0 и составляет в среднем 1.7. Для Данилихи среднее значение этого показателя — 1.9 с вариацией от 1.1 до 2.3. Таким образом, по состоянию зоопланктонных сообществ обе реки можно отнести к водным объектам β-мезосапробного типа.

Список литературы

1. Алексеевнина, М.С., Каган А.М. Донная фауна малых рек г. Перми и оценка их экологического состояния // Вестник Пермского ун-та. Биология. 2001. Вып. 4. С. 158–167.
2. Водные объекты и их роль в формировании экологической обстановки города Перми: научно-популярное издание / сост. С.А. Двинских, Г.В. Бельтюков, Т.П. Девяткова [и др.]. Пермь: изд-во Пермского ун-та, 2001. 136 с.
3. Комлев А.М., Черных Е.А. Реки Пермской области: режим, ресурсы, прогнозы, проблемы: научно-популярное издание. Пермь: Пермское книжное изд-во, 1984. 214 с.
4. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах. Зоопланктон и его продукция. Л., 1982. 33 с.
5. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоёмов / Под ред. Ф. Д. Мордухай-Болтовского. М.: Наука, 1975. 240 с.
6. Унифицированные методы исследования качества вод. Методы биологического анализа вод. Ч. III. М., 1975. 200 с.

ДИНАМИКА РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АБИОТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМЫ РЕКИ ТЕЧА (ЮЖНОЕ ЗАУРАЛЬЕ)

Н. Н. Казачёнок

Уральский научно-практический центр радиационной медицины
454076, Челябинск, ул. Воровского, 68-А, kazachenok.nina@mail.ru

Показана динамика активности радионуклидов в воде и пойменной почве р. Теча, подвергшейся радиоактивному загрязнению в результате деятельности ПО «Маяк».

Ключевые слова: радиоактивное загрязнение, река Теча, стронций-90, цезий-137.

The dynamics of the activity of radionuclides in water and floodplain soils of the Techa River, contaminated as a result of P A Mayak.

Keywords: contamination, river Techa, strontium-90, cesium-137.

В 1949–1956 гг. в р. Теча сбрасывали жидкие радиоактивные отходы (ЖРО) радиохимического производства (в настоящее время — ПО «Маяк»), поэтому пойма и донные отложения р. Течи загрязнены радионуклидами, а иловые отложения в верхней части реки рассматриваются как твердые радиоактивные отходы. Предполагается, что в период 1949–1954 г. в точке сброса ЖРО поступило, в частности, $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ — 47.1 кКи, из них 30.3 кКи — в растворенном состоянии, остальные в составе природных и техногенных взвешенных частиц. $^{137}\text{Cs}+^{137\text{m}}\text{Ba}$ поступило 49.9 кКи, из них 42.4 — в составе взвешенных частиц, остальное в растворенном состоянии. В створе с. Муслумово сток $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ за этот период составил 29.3 кКи, $^{137}\text{Cs}+^{137\text{m}}\text{Ba}$ — 5.6 кКи [5]. В 1956 г. была сооружена плотина № 10, в 1964 г. — плотина № 11, которая образовала новый водоем — В-11. В Теченском каскаде водоемов (ТКВ) накоплено около $3.1 \cdot 10^5$ Ки долгоживущих β -активных нуклидов. Поступление загрязненных вод в открытую гидрографическую систему р. Течи происходит через правобережный и левобережный обводные каналы (ПБК и ЛБК), а также под телом плотины № 11 [6–8].

По данным различных исследователей, в 2000-х годах среднегодовая удельная активность ^{90}Sr в воде р. Теча составляла около 10 Бк/л, активность остальных радионуклидов была значительно ниже уровня вмешательства. Так, по данным Баранова С.В. с соавт. среднегодовая активность ^{90}Sr в створе с. Муслумово — около 9 Бк/л (от 3 Бк/л в паводок, до 18 Бк/л в межень) [1]. По данным Дрожко Е.Г. и Мокрова Ю.Г. в 1995–2006 гг. среднегодовая удельная активность ^{90}Sr в воде р. Теча (с. Муслумово) составляла 10–15 Бк/л, изменяясь от 2–3 Бк/л в период весеннего паводка до 20–40 Бк/л в летнюю межень [2]. В ежегодниках «Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств» приводятся данные, что в створе с. Муслумово с 2007 по 2010 г. среднегодовая активность ^{90}Sr в воде увеличилась с 7.7 Бк/л до 13.6 Бк/л (по данным ЦЗЛ ПО «Маяк») или с 8.9 Бк/л до 18.5 Бк/л (по данным НПО «Тайфун»). Активность ^{137}Cs в 2010 г. несколько уменьшилась и составляла соответственно 0.37 Бк/л и 0.24 Бк/л [6–8]. К 2005 г. на территории Асановских болот запас ^{137}Cs в разных точках отбора (по всей глубине отбора) составлял 52.8–107.8 МБк/м³, ^{90}Sr — 7.9–8.8 МБк/м³. На Муслумовских болотах в 2004 г. запас ^{137}Cs был 1.4 МБк/м³, ^{90}Sr — 0.3 МБк/м³ [3]. Трапезников А.В. с соавт. считают, что в период половодья из Течи в Исеть в составе жидкого стока поступает $1.4 \cdot 10^6$ Бк/с ^{90}Sr и $0.02 \cdot 10^6$ Бк/с ^{137}Cs . Поступление радионуклидов с твердым стоком примерно одинаково и составляет $0.1 \cdot 10^6$ Бк/с [9]. Таким образом, р. Теча с 1949 г. по настоящее время является источником радиоактивного загрязнения рек Исеть и Тобол. В течение многих десятилетий сотрудники Уральского центра радиационной медицины (до 1992 г. — филиал № 4 Института биофизики МЗ СССР) исследовали характер и динамику радиоактивного загрязнения абиотических компонентов системы р. Теча. Значительная часть результатов отбора и анализа проб была зашифрована, тем не менее, материалы базы данных, созданной сотрудниками отдела внешней среды УНПЦ РМ, позволяют проследить динамику содержания ^{90}Sr и ^{137}Cs в воде и пойменной почве верховьев р. Теча.

На рис. 1 и 2 показаны значения объемной активности радионуклидов в речной воде, отобранной в створе у с. Муслумово. Оценить динамику радиоактивного загрязнения воды представляется весьма сложным, так как активность ^{90}Sr и ^{137}Cs в пробах воды имеет значительные сезонные колебания.

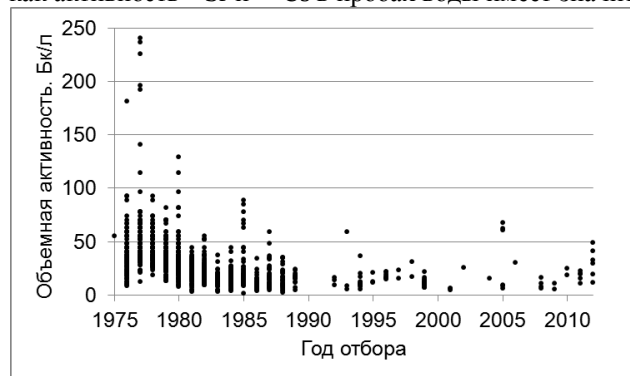


Рис. 1. Объемная активность ^{90}Sr в воде у с. Муслумово.

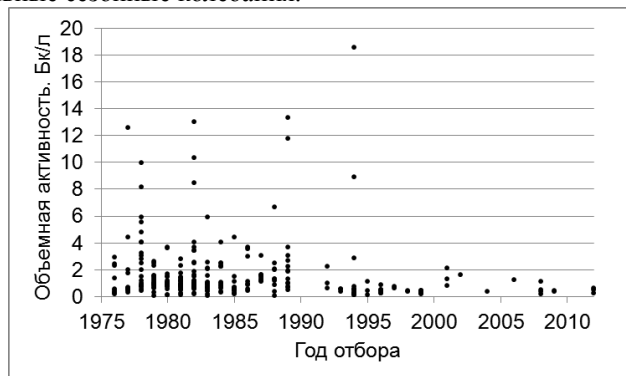


Рис. 2. Объемная активность ^{137}Cs в воде у с. Муслумово.

На рисунке 3 представлена сезонная динамика активности ^{90}Sr в воде в верхнем течении р. Течи в период 2000–2012 гг. В период весеннего половодья и после осенних дождей активность ^{90}Sr в воде наименьшая. Повышение активности характерно не столько для летней межени, сколько для позднелетнего (что может быть связано с кристаллизацией воды) и раннеосеннего периода. Такую динамику трудно привязать к помесечному выпадению осадков, так как с ноября по март количество осадков не влияет на расход воды, в апреле и начале мая расход воды определяет период половодья, а в июле, когда в Челябинской области выпадает наибольшее количество осадков, активность ^{90}Sr практически такая же как в относительно сухом июне. Нами рассчитаны коэффициенты корреляции между удельной активностью радионуклидов в воде в верховьях Течи в безморозный период 2004–2012 гг. и количеством осадков за декаду, предшествующую отбору пробы; активностью и суммой температур за декаду, активностью и гидротермическим коэффициентом. Все коэффициенты не превышают 0.1 и статистически незначимы. Слабая отрицательная корреляция на границе значимости (-0.29 для 45 проб) обнаружена только между активностью ^3H и количеством осадков за декаду.

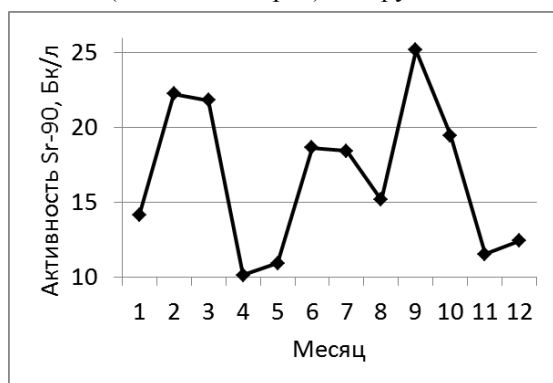


Рис. 3. Сезонная динамика активности ^{90}Sr в воде в верхнем течении р. Течи в период 2000–2012 гг.

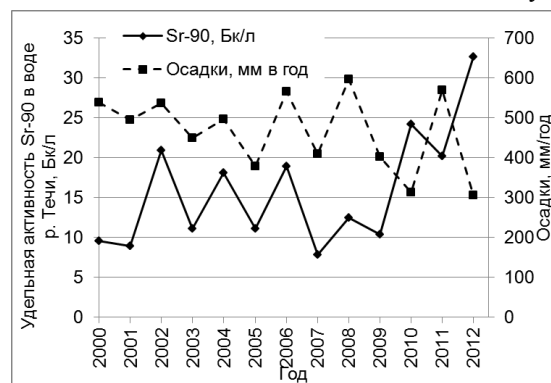


Рис. 4. Динамика среднегодовой активности ^{90}Sr в верхнем течении реки и осадков с 2000 по 2012 гг.

Таким образом, зависимости уровней загрязнения радионуклидами воды р. Теча от предшествующих погодных условий не обнаружено. На рисунке 4 сопоставлены среднегодовые значения активности ^{90}Sr и суммарное количество осадков за год. Активность ^{90}Sr в воде в верхнем течении как правило, увеличивалась в годы с наибольшим количеством осадков. Это объясняется тем, что во влажные годы подъем уровня воды в водоемах ТКВ приводил к увеличению фильтрации радионуклидов в обводные каналы и через плотину В-11, и это увеличение не было скомпенсировано разбавлением менее загрязненной водой с водосборной территории. По расчетам Баранова С.В. с соавт. зависимость между суммарным фильтрационным поступлением ^{90}Sr в каналы и уровнем водоема В-11 имеет нелинейный характер и возрастает от 8 Ки в год (при уровне воды 215.5 м) до 50 Ки в год (при уровне 216.8 м) [1]. В 2010–2012 гг., после реконструкции плотины, колебания активности ^{90}Sr в воде верховьев реки происходили в противофазе с колебаниями осадков.

По мнению Г.В. Линника зоны максимального запаса ^{137}Cs на пойменных землях продолжают оставаться источником вторичного загрязнения р. Течи. Признаки продолжающейся миграции радионуклидов, особенно в период паводка, фиксируются как зоны осаждения загрязненного аллювия (особенно илов) на низкой пойме на высотах от 0.7 м до 1.0–1.2 м, где загрязнение ^{137}Cs достигает 430–470 мкКи/м² [4].

На рисунке 5 показано, как изменяется удельная активность радионуклидов в слоях наносов, откладывавшихся после строительства Нового моста. Распределение радионуклидов по профилю пойменного аллювия, отложившегося с 1965 г. по 2005 г. значительно отличается от распределения по профилю пойменной почвы, подвергшейся первичному загрязнению (рис. 6).

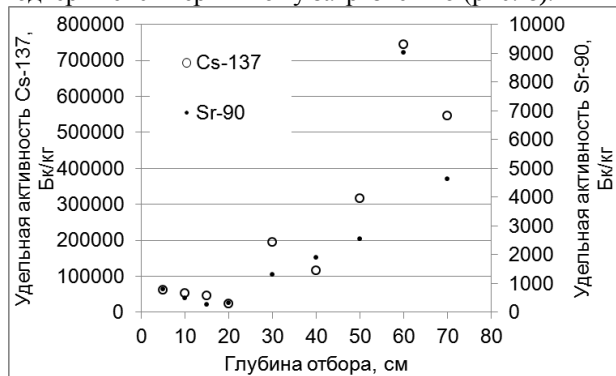


Рис. 5. Распределение радионуклидов по профилю наносов, сформировавшихся с 1965 по 2005 г.

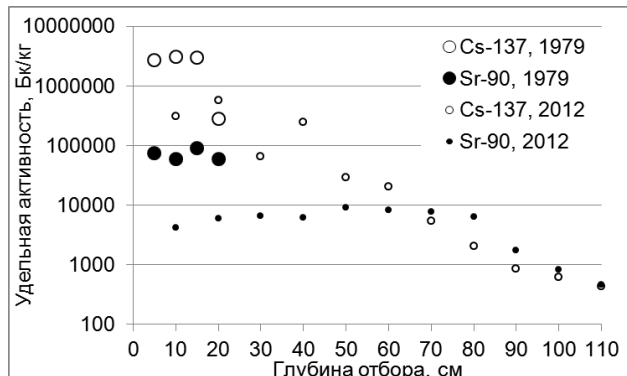


Рис. 6. Распределение радионуклидов по профилю почвы у Асанова моста.

На рисунке 6 приведено распределение радионуклидов в пойменной почве в 2012 г. в сравнении с распределением в 1979 г. На опорной площадке за время близкое к одному периоду полураспада удельная активность радионуклидов в верхних слоях почвы снизилась на порядок. Однако необходимо учитывать неоднород-

ность горизонтального распределения загрязнения, которое хорошо иллюстрирует рисунок 7. В целом как для проб воды, так и для проб почвы можно отметить снижение максимальных значений активности радионуклидов, однако временная и пространственная неоднородность радиоактивного загрязнения не позволяет рассчитать параметры снижения радиоактивности воды и почвы р. Теча с достаточной точностью.

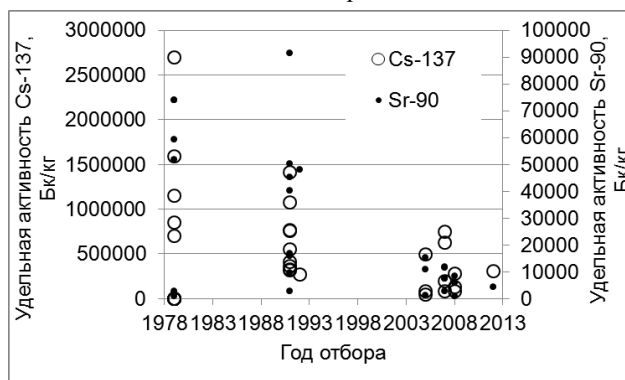


Рис. 7. Удельная активность радионуклидов в верхних слоях почвы (до 10 см) на расстоянии до 50 м от уреза воды у Асанова моста.

Список литературы

1. Баранов С.В., Баторшин Г.Ш., Мокров Ю.Г., Глинский М.Л., Дрожко Е.Г., Линге И.И., Уткин С.С. Теченский каскад водоемов ФГУП «ПО «Маяк»: текущее состояние и перспективы / Вопросы радиационной безопасности. 2011. № 1. С. 5–14.
2. Дрожко Е.Г., Мокров Ю.Г. Теченский каскад водоемов: проблемы безопасности и регулирования // Охрана природы Южного Урала. Специальный выпуск, посвященный 60-летию образования ФГУП «ПО «Маяк». 2008. С. 44–50.
3. Костюченко В.А., Попова И.Я., Перемыслова Л.М., Мельников В.С. Состояние радиоактивного загрязнения реки Теча // Радиационная биология. Радиоэкология. 2009. № 2. С. 212–218.
4. Линник В.Г. Ландшафтная дифференциация техногенных радионуклидов: геоинформационные системы и модели. Дис. на соиск. уч. ст. докт. геогр. наук. М., 2008. 40 с.
5. Мокров Ю.Г. Реконструкция радиоактивного стока основных радионуклидов с водами р. Теча в период 1949–1954 гг. Бюллетень сибирской медицины. 2005. № 2. С. 110–116.
6. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2008 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. Обнинск, 2009. 298 с.
7. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2009 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. Обнинск, 2010. 316 с.
8. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2010 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. Обнинск, 2011. 282 с.
9. Трапезников А.В., Молчанова И.В., Караваева Е.Н., Михайловская Л.Н., Николкин В.Н., Трапезникова В.Н., Коржавин А.В., Перемыслова Л.М., Попова И.Я., Воробьева М.И., Костюченко В.А. Итоги многолетних радиоэкологических исследований реки Теча // Вопросы радиационной безопасности. 2007. № 3. С. 36–49.

УДК [579.68: 556.551.5]

БАКТЕРИОЦЕНОЗ РЕКИ СВЕТЛОГОРКА (САМБИЙСКИЙ ПОЛУОСТРОВ, БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ) И ЕГО ИНДИКАТОРНАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

О. В. Казимирченко¹, М. М. Смирнова²

¹ ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», 236022 Калининград, Советский пр., 1, okazimirchenko@gmail.com;

² Атлантическое отделение ИО РАН им. П.П. Шишова, 236022 Калининград, пр. Мира 1, smirnova-mm@mail.ru

В статье приведены данные микробиологических исследований реки Светлогорка. В составе речной микрофлоры обнаружено доминирование санитарно-показательных бактерий *Escherichia coli* наряду с грамотрицательными и грамположительными палочковидными бактериями и кокковой микрофлорой. Выявлено влияние речной микрофлоры на формирование бактериоценозов воды озера Тихое и прибрежной зоны Балтийского моря.

Ключевые слова: река Светлогорка, озеро Тихое, Балтийское море, бактерии, микрофлора.

Some data of microbiological investigation of Svetlogorka river are given. The sanitary indicative *Escherichia coli* with some gramnegative and grampositive rod bacteria and cocci have been detected in the river microflora. The influence of microflora composition of Svetlogorka river on the bacteriocenosis of Tihoe lake and coastal part of the Baltic sea have been revealed.

Keywords: Svetlogorka river, Tihoe lake, the Baltic sea, bacteria, microflora.

В Балтийское море вдоль побережья Калининградской области впадает многочисленное количество малых рек, к числу которых принадлежит р. Светлогорка. Общая протяженность водотока составляет 15.5 км, значительная часть водосборной площади (1.5 км) реки расположена на территории курортного г. Светлогорск. В нижнем течении р. Светлогорка зарегулирована и на ней образовано оз. Тихое. При выходе из озера река имеет достаточно широкое русло (5–10 м). В приустьевом участке долина реки расширяется, при впадении в Балтийское море река распадается на несколько рукавов (Географический атлас ..., 2002; Нагорнова, 2012).

Река Светлогорка, как и большинство малых рек Калининградской области подвержена антропогенному загрязнению. Связь особенностей загрязнения водоемов с характером изменений количественного и качественного состава водных микробиоценозов определяет роль микробиологических исследований при оценке состояния водных экосистем.

Целью нашей работы было определение структуры бактериоценоза р. Светлогорка и оценка его эколого-санитарной значимости. Микробиологические исследования проводили в течение 2009–2012 гг. посезонно; за период исследования было отобрано 33 пробы воды. При санитарно-микробиологическом анализе воды применяли метод десятикратных серийных разведений на рыбо-пептонном бульоне с последующим высевом суспензии на селективные питательные среды и среды общего назначения. Из микрофлоры речной воды было выделено и изучено 2058 штаммов бактерий (Общая и санитарная микробиология ..., 2004; Пивоваров, 2000; Определитель бактерий ..., 1997).

В течение всего периода исследований постоянно повышенные значения общей бактериальной обсемененности воды р. Светлогорка вне зависимости от сезона года регистрировали в истоке, на участке реки, протекающей по территории г. Светлогорск вплоть до устья. В истоке реки значения общей бактериальной обсемененности воды находились в пределах 1.5×10^3 – 1.8×10^4 колониеобразующих единиц/мл (КОЕ/мл). Определяющее влияние на повышенное содержание сапрофитных бактерий на этом участке реки могли оказывать стоки от жилых домов и сельскохозяйственных объектов, расположенных в пос. Грачевка. Далее по течению русло реки протекает через лесной массив, где, вероятно, происходят процессы самоочищения воды, что подтверждается достаточно низким содержанием сапрофитов в воде реки (в среднем 7.6×10^2 КОЕ/мл). Участок реки при ее впадении в оз. Тихое также подвержен различного рода загрязнениям и на протяжении всех сезонов исследования общее количество сапрофитных бактерий здесь было достаточно высоким (в среднем 1.7×10^4 КОЕ/мл). Кроме того, в летние сезоны года на этой станции наблюдения регистрировали цветение воды и массовую гибель рыбы.

Общее количество сапрофитных бактерий в оз. Тихое не превышало в среднем 2.8×10^3 КОЕ/мл, однако в прибрежной зоне озера в месте впадения реки, особенно в летние сезоны, число сапрофитных бактерий достигало в среднем 10^4 КОЕ/мл. В месте выхода р. Светлогорка из оз. Тихое отмечали минимальные количественные показатели общей бактериальной обсемененности речной воды (в среднем 5.6×10^2 КОЕ/мл). Это может указывать на активные процессы самоочищения, происходящие в оз. Тихое за счет развития различных физиологических групп сапрофитных микроорганизмов. Кроме того, возможно, основная часть органического вещества, поступающего с речным стоком, осаждается на дне озера.

Так как значительная часть водосборной площади р. Светлогорка расположена в хозяйственно-бытовой зоне г. Светлогорск, то в течение года река испытывает органическую нагрузку, о чем свидетельствуют постоянно высокие значения общей бактериальной обсемененности воды на данном участке (в среднем 1.9×10^4 КОЕ/мл). Достаточно высокое содержание гетеротрофных бактерий также регистрировали в 20 м от устья реки, где река протекает по пляжной зоне (в среднем 1.6×10^4 КОЕ/мл). Далее в месте впадения реки в море происходило уменьшение количественного содержания сапрофитной микрофлоры в среднем до 5.7×10^3 КОЕ/мл. Однако в отдельные летние сезоны этот показатель увеличивался и достигал в среднем 1.1×10^4 КОЕ/мл.

В составе бактериоценоза р. Светлогорка в течение всего периода исследования преобладали санитарно-показательные бактерии *Escherichia coli* (41.82% штаммов). Среди условно-патогенных бактерий из микрофлоры речной воды выделяли грамотрицательных палочковидных бактерий родов *Pseudomonas* (18.26% штаммов) и *Aeromonas* (12.22% штаммов). В районе хозяйственно-бытовой зоны г. Светлогорск в микрофлоре воды р. Светлогорка обнаруживали синегнойную палочку *Pseudomonas aeruginosa*. В меньших количествах в микрофлоре воды присутствовали санитарно-показательные бактерии родов *Enterobacter* (9.26% штаммов) и *Citrobacter* (3.32% штаммов), споровые бациллы (7.74% штаммов), кокковые бактерии родов *Micrococcus* (2.61% штаммов), *Staphylococcus* (1.17% штаммов) и *Sarcina* (0.18% штаммов), скользкие бактерии родов *Flexibacter* (1.26% штаммов) и *Cytophaga* (0.54% штаммов). Среди грамотрицательной микрофлоры речной воды единичными штаммами также выделяли пигментных бактерий рода *Flavobacterium*, бактерий родов *Plesiomonas* и *Alcaligenes*.

Бактериоценоз воды оз. Тихое формировали в основном бактерии рода *Pseudomonas* (66.2% штаммов), но на протяжении всего периода исследования в озерной воде нами были встречены те же группы бактерий, что и в р. Светлогорка. Так, из проб воды, отобранных из озера, постоянно высевали кишечных палочек, энтеробактеров, цитробактеров и аэромонад.

Специфический состав бактериофлоры формировался в месте впадения р. Светлогорки в море. Здесь обнаруживали преобладание собственно морских галофильных бактерий рода *Vibrio* (69.32% штаммов) наряду с бактериями рода *Pseudomonas*, но, в то же время, постоянно присутствовали группы автохтонных бацилл, кокков, аэромонад, флексибактеров, привнесенных с речной водой. Однако в микробиоценозе морской воды не регистрировали кишечные группы бактерий, которые постоянно доминировали в микрофлоре воды реки. Сдерживающим фактором развития кишечной микрофлоры, помимо солености воды, может служить собственная микрофлора моря, вступающая в конкурентные отношения с привнесенной бактериофлорой.

Таким образом, изучение состава водных микробиоценозов выявило, что микрофлора воды р. Светлогорка, сформированная гетеротрофными группами бактерий как автохтонного, так и аллохтонного происхождения, оказывает непосредственное влияние на структуру микробиоценозов воды оз. Тихое и прибрежной зоны Балтийского моря в месте впадения реки. Разнообразие групп бактерий, привносимых речным стоком в озеро и

прибрежную зону моря, может влиять на процессы самоочищения этих типов водоемов. С другой стороны, река Светлогорка, аккумулируя различного рода загрязнения с берегов, определяет экологическое состояние водных объектов, куда она впадает.

Список литературы

- Географический атлас Калининградской области / Под ред. В.В. Орленок. Калининград: Изд-во КГУ; ЦНИТ, 2002. 276 с.
- Нагорнова Н.Н. Геоэкологическая оценка состояния малых водотоков Калининградской области: автореф. дис. ... канд. географ. наук: 25.00.36. Калининград, 2012. 21 с.
- Общая и санитарная микробиология с техникой микробиологических исследований / Под ред. А.С. Лабинской, Л.П. Блинковой, А.С. Ещиной. М.: Медицина, 2004. 576 с.
- Определитель бактерий Берджи / Под ред. Дж. Хоулта. М.: Мир, 1997. Т. 1. 432 с.
- Пивоваров Ю.П., Королик В.В. Санитарно-значимые микроорганизмы (таксономическая характеристика и дифференциация). М.: Изд-во ИКАР, 2000. 268 с.

УДК 597.551.2(292.4/.5)

РАСПРОСТРАНЕНИЕ АМУРСКОГО ЧЕБАЧКА *PSEUDORASBORA PARVA* (ACTINOPTERYGII: CYPRINIDAE) В МАЛЫХ ВОДОТОКАХ КАВКАЗА

Д. П. Карабанов, Ю. В. Кодухова

Институт биологии внутренних вод им. И.Д.Папанина РАН; e-mail: dk@ibiw.yaroslavl.ru

Амурский чебачок *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846) — инвазионный вид, ареал которого значительно расширился вследствие случайной интродукции. Нативный ареал вида охватывает восточную часть Азии, от бассейна Амура до Северного Вьетнама. Приобретенный ареал занимает обширные территории, как в Средней Азии, так и в Европе. В статье обобщены литературные и собственные данные по распространению амурского чебачка в приобретенном ареале в Кавказском регионе. Интродукция вида связана с работами по акклиматизации рыб китайского равнинного фаунистического комплекса. Экспансии амурского чебачка способствует антропогенная трансформация водотоков, а также высокая экологическая пластичность вида. Амурский чебачок — нежелательный вселенец, который иногда образует популяции с высокой численностью, не имеет промысловой ценности и способен значительно подрывать кормовую базу аборигенных видов рыб.

Ключевые слова: амурский чебачок, вид-вселенец, нативный ареал, приобретенный ареал, Кавказ.

DISTRIBUTION OF STONE MOROKO *PSEUDORASBORA PARVA* (CYPRINIFORMES, CYPRINIDAE) IN SMALL WATERCOURSES OF CAUCASUS

D. P. Karabanov, Yu. V. Kodukhova

Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences, e-mail: dk@ibiw.yaroslavl.ru

The stone moroko, *Pseudorasbora parva* Temminck et Schlegel, 1846 is an invasive species that has expanded its natural range due to accidental introduction. Whereas the native range of the species is situated in the East of Asia, from Amur basin to Northern Vietnam, the invasive one occupies broad areas both in Europe and Central Asia. Public and our own data about expansion of stone moroko in the Caucasus invasive range are summarized. Expansion is tightly correlated with the work on acclimatization of eastern commercial fish. Expansion of the stone moroko is facilitated by man's impact on watercourses and high ecological plasticity of this fish. The stone moroko is an undesirable invasive animal that often generates numerous populations, has no commercial value, and reduces nutritional reserve of native species.

Keywords: stone moroko, alien, native range, invasive range, Caucasus.

В настоящее время водные экосистемы Кавказа оказываются крайне уязвимыми в условиях высокой антропогенной нагрузки, создания рекреационных участков и глобальных инфраструктурных проектов в этом регионе. Актуальность изучения именно горных и предгорных экосистем закреплена в «Повестке дня на XXI век» Рио-де-Жанейрской декларации по окружающей среде и развитию, где отдельно выделены глава 13 «Рациональное использование уязвимых экосистем: устойчивое развитие горных регионов». Отдельное внимание при изучении таких экосистем должно уделяться вопросам интродукции и расширения ареала адвентивных видов.

Проблема проникновения и натурализации живых организмов за пределы их исторических ареалов не теряет своей актуальности уже более полувека. Постоянно усиливающееся антропогенное преобразование естественной среды в совокупности с глобальными геоклиматическими изменениями, резко активизировавшимися с последних десятилетий XX века, вызвали ускорение процессов трансформации ареалов многих видов растений и животных. Работы по мониторингу инвазийного процесса, предотвращению нежелательных интродукций и ограничению саморасселения акклиматизантов становятся важнейшими элементами комплекса мер по инвентаризации и сохранению биологического разнообразия (Дгебуадзе, 2002; Gozlan, 2012). На современном этапе роль чужеродных видов в водоёмах мира всё более увеличивается. Так, в Великих озёрах Северной Америки количество адвентивных видов рыб составляет более 4% (Fuller et al., 1999), в различных водоёмах Европы чужеродными являются до 14–20% видов рыб (Kottelat, Freyhof, 2007; Rivers ..., 2009).

Амурский чебачок *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846) (Actinopterygii: Cyprinidae) — один из наиболее активно расширяющих свой ареал видов рыб-вселенцев. Нативным ареалом вида являются водоемы бассейна р.Амур и реки Юго-Западной Азии (Nichols, 1943; Никольский, 1956; Атлас ..., 2003). В результате непреднамеренной интродукции чебачок натурализовался в водоемах Средней Азии и Европы. Нахождение амурского чебачка вполне вероятно во многих водоёмах, затронутых в программе акклиматизации дальнево-

сточных рыб (Богущая и др., 2004; Карабанов и др., 2010). В данной работе сделана попытка обобщить имеющиеся сведения по распространению чебачка в Кавказском регионе.

На территории Южного и Северо-Кавказского федеральных округов Российской Федерации (рис. 1) впервые амурский чебачок отмечен в мае 1981 г. в нижнем течении р. Кума (Позняк, 1988). С конца 1980-х годов данный вид отмечается в ихтиофауне пойменных озёр р. Кубань и малых водоёмов и водотоках Азово-Кубанской низменности (Пашков и др., 2004; Пашков, 2012). Отмечался выход амурского чебачка в прибрежные районы Азовского моря (Подушка, 1999). Также в 1980-90-х гг. имеются данные о находках амурского чебачка в верховьях р. Терек (Хатухов, Шахмурзов, 1996). Сложные социально-экономические преобразования и напряжённая политическая обстановка, сложившаяся на территории Кавказа на рубеже XX–XXI веков, негативно сказалась на изучении ихтиофауны малых рек этого региона. Лишь в начале 2000-х гг. нами обнаружены многочисленные популяции амурского чебачка в пойменных водоемах и рыболовных прудах дельты и нижнего течения р. Дон от устья до г. Ростов-на-Дону и выше. В Дону амурский чебачок преимущественно концентрируется в слабопроточных рукавах и старицах, избегая участков с сильным течением. В Таганрогском заливе Азовского моря амурский чебачок встречается в виде локальных скоплений только в сильно опресненных участках. При обследовании каскада водохранилищ р. Маныч небольшая популяция *P. parva* была нами обнаружена лишь в нижней части самого нижнего – Весёловского водохранилища (район с. Новосёловка), а также в системе каналов Азовской водораспределительной системы между г. Весёлый и пос. Красный Кут. В 2005 г. амурский чебачок был обнаружен на границе верхнего и среднего течения р. Дон (Задонский район, отшнурованные водоемы в окр. пос. В.-Казачье) (Karabanov et al., 2010).

На территории Грузии имеются данные о популяции амурского чебачка в оз. Базалети, где данный вид отмечается с 1987 г. и Кумисском водохранилище (Шония и др., 2011).

На территории Азербайджана амурский чебачок отмечен в бассейнах рек Айричай и Кура, а также широко распространён в малых водотоках Ленкоранского района Азербайджана (Karabanov et al., 2013).

На территории Армении амурский чебачок был пойман в районе г. Ереван в 1990-х гг. (Пипоян, 1996). К концу XX в. данный вид уже широко распространился по водоёмам и водотокам Арагатской долины и в бас. р. Аракс (Пипоян, Тигранян, 2002). В настоящее время значительная популяция амурского чебачка обитает в бассейне Северного Севана (Варданян и др., 2011).

Амурский чебачок отмечен в ихтиофауне Турции (Innal, Erk'akan, 2006) и Ирана (Coad, Abdoli, 1993), но данных по распространению этого вселенца в северных регионах данных стран отсутствуют, хотя нахождение здесь этой рыбы-вселенца крайне вероятно.

Несомненно, что интродукция и вспышки численности амурского чебачка не может не повлиять на хрупкие водные экосистемы Кавказа. Данный вид может наносить ущерб прудовым хозяйствам и нативным рыбным сообществам рек и водохранилищ. В научной литературе имеются данные (Макеева, Заки-Мохаммед, 1982; Иксанов и др., 1983), что амурский чебачок может стать конкурентом в питании и потребителем икры и личинок аборигенных рыб водоёмов Средней Азии, куда также был случайно интродуцирован во второй половине XX в. В прудовых условиях эти вселенцы активно потребляют искусственные корма, в результате чего сеголетки ценных промысловых рыб ко времени зимовки могут существенно недобрать вес, что приводит к повышенной смертности, а рыболовные хозяйства несут большие убытки.

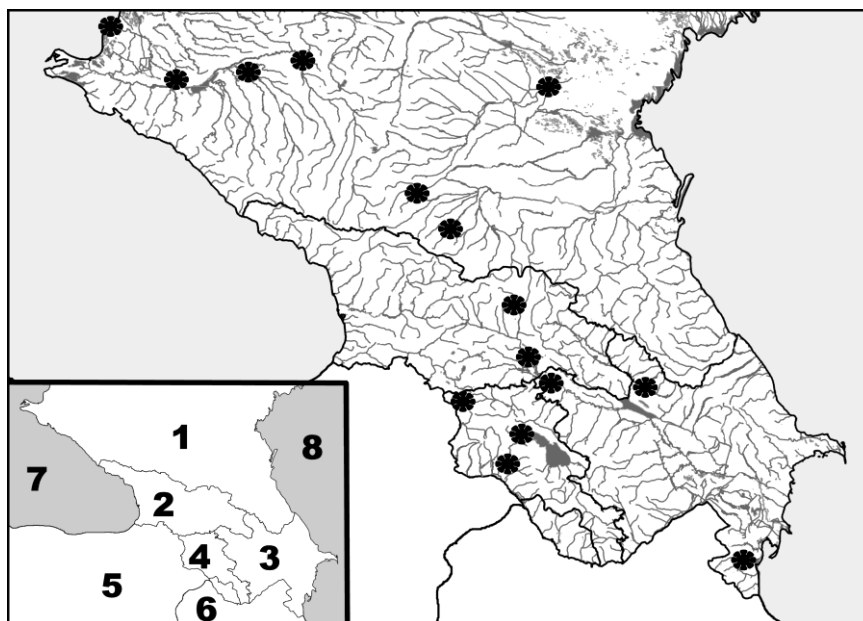


Рис. 1. Места находок амурского чебачка в водотоках Кавказского региона. Условные обозначения (врезка): 1 — Российская Федерация; 2 — Грузия; 3 — Азербайджан; 4 — Армения; 5 — Турция; 6 — Иран.

Кроме конкуренции в питании, амурский чебачок может наносить прямой вред культивируемым рыбам. В лабораторных экспериментах (Тромбицкий, Каховский, 1987; Libosvarsky et al., 1989; Boltachev et al., 2006)

установлено, что амурский чебачок может нападать на молодь промысловых видов рыб при товарном прудовом выращивании, повреждая их покровы и плавники, что приводит к развитию вторичной инфекции и может вызывать гибель молоди в рыбоводных прудах. Кроме всего прочего, при массовом размножении амурский чебачок способен значительно повлиять на местную паразитарную ситуацию. Также как и в естественном ареале, чебачок может быть промежуточным хозяином некоторых паразитов, потенциально опасных для высших позвоночных (Fan, 1998; Besprozvannykh, 2003). Вместе с тем, сам амурский чебачок устойчив ко многим паразитам и болезням рыб, при этом являясь хозяином и распространителем этих заболеваний (Иксанов, 1983; Gozlan et al., 2005). Имеются данные (Konishi et al., 2003; Gozlan, Beyer, 2006) об успешной гибридизации амурского чебачка с местными эндемичными и редкими видами карповых рыб, что может вызвать невосполнимые потери в биологическом разнообразии региона.

Изложенные выше факты по активному расширению ареала амурского чебачка по водоёмам Кавказского региона вкупе с возможным ущербом биологическому разнообразию требуют пристального внимания к мониторингу и контролю численности этого вида-вселенца.

Работа выполнена в рамках проекта МК-2049.2013.4. Совета по грантам Президента РФ для государственной поддержки молодых российских учёных.

Список литературы

- Атлас пресноводных рыб России. Т. 1. / Под ред. Решетникова Ю.С. М.: Наука, 2003. 379 с.
- Богущая Н.Г., Кудерский Л.А., Насека А.М., Сподарева В.В. Пресноводные рыбы России за пределами исторических ареалов: обзор типов интродукций и инвазий // Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.-СПб.: Изд.-во КМК, 2004. С. 155–171.
- Вардамян Т.В., Барсегян Н.Э., Габриелян Б.К. Проникновение амурского чебачка *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846) в бассейн озера Севан // Биологическое разнообразие и проблемы охраны фауны Кавказа: Матер. Междунар. науч. конф. Армения, Ереван, 2011. С. 92–95.
- Дгебуадзе Ю.Ю. Проблемы инвазий чужеродных организмов // Экологическая безопасность и инвазии чужеродных организмов. М.: Всеросс. конф. по экол. безопасности, 2002. С. 11–14.
- Иксанов К.И., Альпиев М.Н., Асылбаева Ш.М. Амурский чебачок – бич прудовых хозяйств // Лимнологические исследования в Киргизии. Фрунзе: Илим, 1983. С. 125–127.
- Карабанов Д.П., Кодухова Ю.В., Куцоконь Ю.К. Экспансия амурского чебачка *Pseudorasbora parva* (Cypriniformes, Cyprinidae) в водоемы Евразии // Вестник зоологии. 2010. Т. 44. № 2. С. 115–124.
- Макеева А.П., Заки-Мохаммед М.И. Размножение и развитие псевдорасботы *Pseudorasbora parva* (Schlegel) в водоемах Средней Азии // Вопр. ихтиологии. 1982. Т. 22. № 1. С. 80–92.
- Тромбицкий И.Д., Каховский А.Е. О факультативном паразитизме псевдорасботы *Pseudorasbora parva* (Schlegel) в рыбоводных прудах // Вопр. ихтиологии. 1987. Т. 27. № 1. С. 166–167.
- Никольский Г.В. Рыбы бассейна Амура. Итоги Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949. М.: Изд.-во АН СССР, 1956. 551 с.
- Паишников А.Н., Плотников Г.К., Шутков И.В. Новые данные о составе и распространении видов-акклиматизантов в ихтиоценозах континентальных водоемов Северо-Западного Кавказа // Изв. ВУЗов. Сев.-Кавказский регион. Прил. №1 (13). С. 46–52.
- Паишников А.Н. Распространение и особенности биологии амурского чебачка *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846) в водоемах Северо-Западного Кавказа // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона. Т. 2. Украина, Керчь: ЮгНИРО, 2012. С. 168–170.
- Подушка С.Б. Проникновение амурского чебачка *Pseudorasbora parva* в Азовское море // Науч.-техн. бюлл. лаб. ихтиол. ИНЭНКО. Вып. 1. СПб:Тема, 1999. С. 36–37.
- Позняк В.Г. Амурский чебачок в бассейне реки Кумы // Животный мир предкавказья и сопредельных территорий. Межвузовск. сб. научн. тр. Ставрополь: СПГИ, 1988. С. 64–65.
- Пипоян С.Х. Амурский чебачок *Pseudorasbora parva* (Cyprinidae) в водоемах Арапатской долины (Армения) // Вопр. ихтиологии. 1996. Т. 36. № 4. С. 549–551.
- Пипоян С.Х., Тигранян Э.А. Современная ихтиофауна Армении // Вопр. ихтиологии. 2002. Т. 42. № 5. С. 601–604.
- Хатухов А.М., Шахмурзов М.М. Ихтиофауна бассейна реки Терек // Рыбоводство и рыболовство. 1996. № 1. С. 17–18.
- Шония Л., Джапошвили Б., Кокосадзе Т. Инвазийный вид *Pseudorasbora parva* (Teleostei, Cyprinidae) в экосистеме озера Базалети // Зоол. журнал. 2011. Т. 90. № 10. С. 1277–1280.
- Besprozvannykh V.V. Life cycle of a trematode *Holostephanus nipponicus* (Cyathocotylidae) in conditions of Primor'e // Parazitologiya. 2003. V. 37. P. 346–351.
- Boltachev A.R., Danilyuk O.N., Pakhorukov N.P., Bondarev V.A. Distribution and certain features of the morphology and biology of the stone moroco *Pseudorasbora parva* (Cypriniformes, Cyprinidae) in the waters of Crimea // J. Ichthyol. 2006. V. 46. P. 58–63.
- Coad B.W., Abdoli A. Exotic fish species in the fresh waters of Iran // Zool. Middle East. 1993. V. 9. P. 65–80.
- Fan P.C. Viability of metacercariae of *Clonorchis sinensis* in frozen or salted freshwater fish // Int. J. Parasitol. 1998. V. 28. P. 603–605.
- Fuller P.L., Nico L.G., Williams J.D. Nonindigenous fishes introduced into inland waters of the United States. USGS: Bethesda, Maryland, 1999. 613 p.
- Gozlan R.E. Mapping conservation priorities in the Mediterranean: the issue of non-native freshwater fish introductions // Fish. Manag. Ecol. 2012. V. 19. P. 89–92.
- Gozlan R.E., St-Hilaire S., Feist S.W., Martin P., Kent M.L. Biodiversity: Disease threat to European fish // Nature. 2005. V. 435. P. 1046.
- Gozlan R.E., Beyer K. Hybridization between *Pseudorasbora parva* and *Leucaspis deleniatus* // Folia Zool. 2006. V. 55. № 1. P. 53–60.
- Innal D., Erk'akan F. Effects of exotic and translocated fish species in the inland waters of Turkey // Rev. Fish. Biol. Fisheries. 2006. V. 16. P. 39–50.
- Karabanov D.P., Kodukhova Yu.V., Slyn'ko Yu.V. New finds of Topmouth Gudgeon *Pseudorasbora parva* (Temm. et Schl., 1846) in the European part of Russia // Rus. J. Biol. Invasion. 2010. V. 1. P. 156–158.

- Karabanov D.P., Kodukhova Yu.V., Mustafayev N.J. Topmouth gudgeon *Pseudorasbora parva* (Cyprinidae) – a new species in the ichthyofauna of Azerbaijan // Rus. J. Biol. Invasion. 2013. V. 4. P. 133–138.
- Konishi M., Hosoya K., Takata K. Natural hybridization between endangered and introduced species of *Pseudorasbora*, with their genetic relationships and characteristics inferred from allozyme analyses // J. Fish Biol. 2003. V.63. P. 213–231.
- Kottelat M., Freyhof J. Handbook of European freshwater fishes. Cornol, Switzerland: Publ. Kottelat. 2007. XIII + 646 p.
- Libosvarsky J., Barus V., Sterba O. Facultative parasitism of *Pseudorasbora parva* (Pisces) // Folia Zoologica. V. 39. P.355–360.
- Nichols J.T. The fresh-water fishes of China. New York: Amer. Mus. Natur. Hist., 1943. XXXVI + 322 p.
- Rivers of Europe / Eds. Tockner K., Uehlinger U., Robinsom C.T. Elsevier; Academic Press. 2009. 700 p.

УДК 574.52

МАКРОЗООФИТОС ГРУППЫ ФОРМАЦИЙ НИЗКОТРАВНЫХ ГЕЛОФИТОВ *AQUIHERBOSA HELOPHYTA HUMILIS* УСТЬЕВОЙ ОБЛАСТИ Р. ПАЗЕЛИНКА УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

И. А. Каргапольцева

Удмуртский государственный университет, 426034, ул. Университетская 1, корпус 1. E-mail: larix85@mail.ru

Приводятся данные о видовом составе, количественных характеристиках, пространственной и трофической структуре водных макробеспозвоночных группы формаций низкотравных гелофитов устьевой области р. Пазелинки Удмуртской Республики.

Ключевые слова: макрозоофитос, фитофильная фауна, водные беспозвоночные, зарастание, гидрофиты, река Пазелинка, Удмуртская Республика.

MAKROZOOFITOS GROUP OF FORMATIONS SHORT GRASS HELOPHYTE *AQUIHERBOSA* *HELOPHYTA HUMILIS* MOUTH AREA R. PAZELINKA UDMURT REPUBLIC

The data on the species composition, quantitative characteristics, spatial and trophic structure of aquatic macroinvertebrates group formations short grass helophyte River mouth area. Pazelinki Udmurt Republic.

Keywords: makrozoofitos, phytophilic fauna, aquatic invertebrates, overgrowth, hydrophytes, river Pazelinka, Udmurtia.

Исток р. Пазелинки находится в северо-западной части г. Ижевска, в лесистой местности. Общая протяженность реки составляет около 10 км. Устьевой участок реки является самым полноводным, глубина достигает 2.5 м. На этом участке р. Пазелинка, сливаясь с р. Игерманкой, впадает в Ижевский пруд. Площадь устьевой области реки составляет 0.17 км².

Материалы и методика исследований. Сбор полевого материала проводился в июне–сентябре 2010 г. в устьевой области р. Пазелинки. Отобрано 27 количественных и 15 качественных проб макробеспозвоночных в 3 ассоциациях макрофитов: *Nuphareto-Sagittarietum sagittifoliae*, *Lemno-Sparganietum emersi*, *Lemno-Sparganietum microcarpi*. Описание фитоценозов проводилось на пробных площадках площадью от 4 до 16 м², обычно в форме квадрата. При классификации растительности был использован доминантно-детерминантный подход (Папченков 2001а, б). Картирование сообществ макрофитов проводилось по методике В.М. Катанской (1981) и В.Г. Папченкова (2003, 2006). Для создания карты зарастания устьевой области р. Пазелинки использовалась программа MapInfo Professional 10.0 SCP. На основе карты высшей водной растительности была вычислена степень зарастания водоемов и площадь синтаксонов. Степень зарастания определена согласно классам В.Г. Папченкова (2001а, 2003, 2006).

Пробы макрозоофитоса отбирались гидробиологическим скребком (Зимбалева, 1981) и зарослечерпачем в модификации Жгарева (Жгарева, 1979). Глубина отбора проб изменялась в пределах от 0.1 до 1.2 м, проективное покрытие растений — от 40 до 100%. Преобладающие типы грунта — песчано-илистый и илистый с детритом. Смыв организмов с растений проводился в камеральных условиях. Организмы макрозоофитоса фиксировались 70% раствором этилового спирта. Идентификация растений и беспозвоночных проводилась согласно таксономическим ключам с помощью микроскопов МБС-9 и МИКРОМЕД 1 (XS-810). Экологические группы и трофическая структура организмов макрозоофитоса определялись по классификатору (Ökologische ..., 1996). Трофическая структура приводится с учетом преобладающего типа питания.

Результаты и их обсуждение. Согласно классификации В.Г. Папченкова (2001а, 2003, 2006), устьевая область р. Пазелинки по степени зарастания относится к сильно заросшей — общая площадь зарослей составляет 70544.27 м² — 41.5% от площади устья. Площадь зарастания макрофитами группы формаций низкотравных гелофитов составляет 2544.23 м² — 1.5% от всей площади устьевой области р. Пазелинки и 3.6 % от общей площади зарослей.

Синтаксономическое положение изученных ассоциаций

Тип растительности. Водная растительность — *Aquiphytosa*.

Группа классов. Прибрежно-водная растительность — *Aquiherbosa vadosa*.

Класс формаций. Воздушно-водная (гелофитная) растительность — *Aquiherbosa helophyta*.

Группа формаций низкотравных гелофитов — *Aquiherbosa helophyta humilis*.

1. Формация стрелолиста обыкновенного — *Sagittarieta sagittifoliae*

Ассоциация: *Nuphareto-Sagittarietum sagittifoliae*.

2. Формация ежеголовника всплывшего — *Sparganieteta emersi*

Ассоциация: *Lemno-Sparganietum emersi*.

3 Формация ежеголовника мелкоплодного – *Sparganieta microcarpi*

Ассоциация: *Lemno-Sparganietum microcarpi*.

В результате изучения видового состава макробеспозвоночных сообществ низкотравных гелофитов устьевой области р. Пазелинка было выявлено 136 видов и таксона более высокого ранга. Наибольшим разнообразием отличается тип *Arthropoda* (105 видов), из которых к классу *Insecta* относятся 102 вида. Среди насекомых по числу видов преобладают двукрылые (47 видов; 34.5%), жуки (21 видов; 15.4%), клопы (15 видов; 11%). Из двукрылых наибольшим видовым богатством отличается семейство *Chironomidae*, включающее 18 видов. Представители *Chironomidae*: *Ablabesmyia phatta*, *Cricotopus* гр. *sylvestris*, *Endochironomus albipennis*, *Glyptotendipes glaucus*, встречающиеся во всех изученных ассоциациях.

Из жуков наиболее распространенными видами являются *Scirtes* sp., *Elodes* sp., *Hydraena* гр. *ripalia*, *Hydrys ovatus*, *Laccophilus hyalinus*, *Halipus ruficollis*, виды семейств *Helophoridae* и *Hydrophilidae*.

Ядро фауны клопов составляют представители семейств *Corixidae* и *Gerridae*. Наиболее встречаемыми видами являются *Cymatia coleoptrata* и *Gerris lacustris*.

На втором месте по видовому богатству находится класс *Gastropoda*, включающий 21 вид (15.4%). Среди моллюсков доминируют по численности *Anisus vortex*, *Anisus contortus*, *Lymnaea balthica*, *Physa adversa*, *Opisthorchophorus baudonianus*, *Cincinna sibirica*.

Наименьшее видовое богатство организмов макрозоофитоса наблюдается в ассоциации *Nuphareto-Sagittarietum sagittifoliae* — 46 видов (таблица). Развитие макрофитов с плавающими листьями сильно затеняет воду, тем самым ухудшая световой режим в биотопе, а так же препятствует дыханию гетеротопных беспозвоночных. Основу видового ядра сообщества стрелолиста обыкновенного с кувшинками составляют гомотопные беспозвоночные: олигохеты, брюхоногие моллюски.

Таблица. Видовое богатство организмов макрозоофитоса в сообществах низкотравных гелофитов

Сообщества гидрофитов	Количество видов
<i>Nuphareto-Sagittarietum sagittifoliae</i>	46
<i>Lemno-Sparganietum emersi</i>	73
<i>Lemno-Sparganietum microcarpi</i>	84

Наибольшее число видов макробеспозвоночных встречается в сообществах водных макрофитов, где субдоминантом являются представители семейства *Lemnaceae* (*Lemno-Sparganietum emersi*, *Lemno-Sparganietum microcarpi*). Доказано, что в *Lemno*-сообществах четко прослеживаются такие преобразования окружающей среды, как накопление поверхностно-плавающего детрита, изменение температурного и гидрохимического режима воды и режима освещения (Дубов и др., 2008; Капитонова, 2004).

Во всех 3-х ассоциациях доминирующими группами по числу видов являются двукрылые, брюхоногие моллюски, клопы, жуки.

Среди различных экологических групп фитофильных макробеспозвоночных в фауне изученных сообществ доминировал пелаго-бентос, к нему относятся 94% от общего числа видов. Организмы эпинеистона составляют 2.4%, к ним относятся представители семейств *Mesoveliidae*, *Hebridae*, *Hydrometridae*, *Veliidae* и *Gerridae* и ногохвостки *Sminthurides* sp. Амфибионты составляли 2.4% от общего числа видов. Планктон был представлен 1 видом — 1.2% от общего числа видов.

Трофическая структура макрозоофитоса на 40% состоит из детритофагов; 21% от общего числа видов составляют хищники, миксофаги — 14%, собиратели — 12%, измельчители — 7%, фильтраторы — 1.2%, паразиты — 3%, минеры — 1.8%

Средняя численность организмов макрозоофитоса варьировала от 101.4 до 1834.2 экз/кг. Средняя биомасса организмов беспозвоночных изменялась от 1.09 до 2.3 г/кг.

Таксономический список организмов макрозоофитоса

Тип кольчатые черви <i>Annelida</i>	ТИП MOLLUSCA
Класс <i>Oligochaeta</i>	Класс <i>Gastropoda</i>
Семейство <i>Tubificidae</i>	П/класс <i>Pulmonata</i>
1. <i>Limnodrilus</i> sp. Claparede, 1862	Отряд <i>Lymnaeiformes</i>
Семейство <i>Naididae</i>	Семейство <i>Planorbidae</i>
2. <i>Stylaria lacustris</i> (Linnaeus, 1767)	11. <i>Anisus vortex</i> (L., 1758)
3. <i>Nais simplex</i> Piquet, 1906	12. <i>Planorbis planorbis</i> (L., 1758)
4. <i>Pristina aequisetula</i> Bourne, 1891	13. <i>Planorbis carinatus</i> (O. F. Müller, 1774)
5. <i>Uncinaxis uncinata</i> Oersted, 1842	14. <i>Armiger crista</i> (Linne, 1758)
Класс <i>Hirudinea</i>	15. <i>Anisus contortus</i> (L., 1758)
П/класс <i>Hirudiniones</i>	16. <i>Hippeutis fontana</i> (Lightfoot, 1786)
Отряд <i>Rhynchobdellidae</i>	17. <i>Segmentina</i> sp. Fleming, 1817
Семейство <i>Glossiphoniidae</i>	Семейство <i>Bulinidae</i>
6. <i>Helobdella stagnalis</i> (L., 1758)	18. <i>Planorbis cornutus</i> (Linne, 1758)
7. <i>Glossiphonia complanata</i> (Linne, 1758)	Семейство <i>Lymnaeidae</i>
8. <i>Proclipsis tessellata</i> (O.F. Müller, 1774)	19. <i>Lymnaea</i> sp. Lamarck, 1799
Отряд <i>Arhynchobdellida</i>	20. <i>Lymnaea (Lymnaea) fragilis</i> (L., 1758)
Семейство <i>Erpobdellidae</i>	21. <i>Lymnaea balthica</i> (L., 1758)
9. <i>Erpobdella octoculata</i> (L., 1758)	Семейство <i>Physidae</i>
10. <i>Haemaphys sanguisuga</i> (Linne, 1758)	22. <i>Physa adversa</i> (Costa, 1778)

- Семейство Acroloxidae
23. Acroloxus lacustris (L., 1758)
Отряд Succineiformes
Семейство Succineidae
24. Succinea putris (Linnaeus, 1758)
Семейство Gastrodontida
25. Zonitoides nitidus (Müller, 1774)
П/класс Pectinibranchia
Отряд Vivipariformes
Семейство Valvatidae
26. Valvata sp. Müller, 1774
27. Cincinna (Sibirovalvata) sibirica (Middendorff, 1851)
28. Cincinna (Atropidina) pulchella (Studer, 1820)
Семейство Viviparidae
29. Contectiana (Contectiana) listeri (Forbes et Hanley, 1853)
Отряд Rissoiformes
Семейство Bithyniidae
Подсемейство Bithyniinae
30. Opisthorchophorus baudonianus (Gassiez, 1859)
31. Bithynia (Bithynia) tentaculata (L., 1758)
ТИП ARTHROPODA
Класс Arachnida
Отряд Acarina
Когорта Parasitengona
Hydrachnidia (фаланга)
32. Gen sp.
Класс Crustacea
Подотряд Onychocaudata
Инфраотряд Spinicaudata
Семейство Cyzicidae
33. Cyzicus tetracerus (Krynicky, 1830)
Отряд Isopoda
Семейство Asellidae
34. Asellus aquaticus Linne, 1758
Класс Insecta
Подкласс Apterygota
Отряд Collembola
П/отряд Symphypleona
Семейство Sminthuridae
35. Sminthurides sp. Börner, 1900
Подкласс Pterygota
Отряд Heteroptera
Семейство Pleidae
36. Plea minutissima Leach, 1817
Семейство Mesoveliidae
37. Mesovelia furcata Mulsant et Rey, 1852
Семейство Hebridae
38. Hebrus ruficeps Thomson, 1871
Семейство Hydrometridae
39. Hydrometra gracilentia Horvath, 1899
Семейство Veliidae
40. Microvelia buenoi Drake, 1920
41. Microvelia reticulata (Burmeister, 1835)
Семейство Gerridae
42. Gerris lacustris (L., 1758)
Семейство Naucoridae
43. Ilyocoris cimicoides L., 1758
Семейство Corixidae
44. Sigara limitata (Fieber, 1848)
45. Cymatia coleoptrata (Fabricius, 1777)
46. Cymatia bondorffii (Sahlberg, 1819)
47. Hesperocorixa sp. Kirkaldy, 1908
48. Hesperocorixa sahlbergi (Fieber, 1848)
Семейство Nepidae
49. Nepa cinerea (L., 1758)
Семейство Notonectidae
50. Notonecta glauca (L., 1758)
Отряд Trichoptera
Семейство Hydroptilidae
Подсемейство Hydrophilinae
51. Agraylea multipunctata Curtis, 1834
52. Oxyethira sp. Eaton, 1873
Семейство Polycentropodidae
53. Polycentropus flavomaculatus Pictet, 1834
Семейство Brachycentridae
54. Brachycentrus subnubilis Curtis, 1834
Семейство Limnephilidae
55. Potamophylax nigricornis (Pictet, 1834)
Семейство Leptoceridae
56. Triaenodes bicolor (Curtis, 1834)
Семейство Phryganeidae
57. Phryganea bipunctata Retzius, 1783
Отряд Coleoptera
П/отряд Polyphaga
Семейство Scirtidae
58. Scirtes sp. (larva) Illiger, 1807
59. Elodes sp. (larva) Latreille, 1796
Семейство Hydraenidae
60. Hydraena гр. ripalia
Семейство Helophoridae
61. Helophorus minutus (F., 1775)
62. Helophorus granularis (L., 1761)
Семейство Hydrophilidae
Подсемейство Hydrobiinae
63. Laccobius (L) minutus (L., 1758)
64. Enochrus testaceus (F, 1801)
Подсемейство Sphaeridiinae
65. Coelostoma sp. (larva) (Brulle, 1825)
66. Cercyon marinus (C.G. Thomson, 1853)
Семейство Curculionidae
67. Tanysphyrus lemnae (Paykull, 1792)
Семейство Chrysomelidae
68. Donacia aquatica (L., 1758)
69. Donacia dentata Hoppe, 1795
70. Donacia bicolora Zschach, 1788
П/отряд Adephaga
Семейство Noteridae
71. Noterus crassicornis (O.F. Mueller, 1776)
Семейство Dytiscidae
Подсемейство Laccophilinae
72. Laccophilus hyalinus (De Geer, 1774)
73. Ilybius fenestratus (F., 1781)
Подсемейство Hydroporinae
74. Hyphydrus ovatus (L., 1761)
Подсемейство Dytiscidae
75. Acilius sulcatus (L., 1758)
76. Graphoderus sp. (larva) Aube, 1838
Семейство Haliplidae
77. Halipus sp. Latreille, 1802
78. Halipus immaculatus Gerhardt, 1877
Отряд Ephemeroptera
Семейство Baetidae
79. Baetis sp. Leach, 1815
80. Cloeon гр. dipterum L., 1758
Семейство Caenidae
81. Caenis horaria (L., 1758)
82. Caenis macrura Stephens, 1835
Отряд Lepidoptera
Семейство Pyraustidae
83. Parapoynx stratiotata L., 1758
Отряд Odonata
Подотряд Zygoptera
Семейство Platycnemidae
84. Platycnemis pennipes (Pallas, 1771)
Семейство Calopterygidae
85. Calopteryx splendens (Harris, 1782)
Семейство Coenagrionidae
86. Coenagrion armatum (Charpentier, 1840)
87. Erythronia najas (Hansermann, 1823)
Семейство Lestidae
88. Lestes virens Charpentier, 1825
Подотряд Anisoptera

- Семейство Aeschnidae
89. Aeschna viridis Eversmann, 1836
П/отряд Anisoptera
Семейство Corduliidae
90. Somatochlora metallica (van der Linden, 1885)
Отряд Двукрылые Diptera
Семейство Stratiomyidae
91. Stratiomys longicornis (Scopoli, 1763)
92. Odontomyia sp. Meigen, 1803
93. Odontomyia tigrina (F., 1775)
Семейство Chironomidae
Подсемейство Orthocladinae
94. Cricotopus sp. sylvestris
95. Paracladius conversus (Walker, 1856)
96. Paratrichocladius inaequalis (Kieff)
97. Corynoneura scutellata Winnertz, 1846
Подсемейство Chironominae
98. Endochironomus sp. Kieffer, 1918
99. Endochironomus albipennis Meigen, 1830
100. Paratanytarsus austriacus Kieffer, 1924
101. Chironomus annularius Meigen, 1818
102. Chironomus plumosus Linnaeus, 1758
103. Glyptotendipes glaucus (Meigen, 1818)
104. Glyptotendipes paripes Edwards, 1929
105. Glyptotendipes gripekoveni Kieffer, 1913
106. Microtendipes pedellus (De Geer, 1776)
107. Stictochironomus pictulus (Meigen, 1830)
108. Fleuria lacustris Kieffer, 1924
Подсемейство Tanypodinae
109. Ablabesmyia phatta (Eggert, 1863)
110. Psectrotanypus varius Kieffer, 1909
111. Tanypus punctipennis Meigen, 1818
Семейство Ephydriidae
112. Setacera sp. Cresson, 1930
Семейство Ceratopogonidae
113. Gen sp.
Подсемейство Palpomyiinae
114. Sphaeromyia sp. Curtis, 1829
115. Palpomyia lineata (Meigen, 1804)
Семейство Culicidae
116. Anopheles sp. Meigen, 1918
117. Anopheles maculipennis Meigen, 1818
118. Culex modestus Ficalbi, 1889
119. Culex territans Walker, 1856
120. Aedes sp. Meigen, 1818
121. Mansonia sp. (Blanchard, 1901)
122. Mansonia (Coquillettia) buxtoni (Edwards, 1923)
Семейство Limoniidae
123. Dicranota sp. Zetterstedt, 1838
Семейство Dixidae
124. Dixia nubilipennis Curtis, 1832
125. Dixia nebulosa Meigen, 1830
126. Dixia submaculata Edwards, 1920
Семейство Tabanidae
127. Gen sp.
128. Chrysops sp.
129. Hybomitra sp.
Семейство Chaoboridae
130. Chaoborus sp. Lichtenstein, 1800
Семейство Syrphidae
131. Eristalis sp. Latreille, 1804
Семейство Athericidae
132. Atherix ibis (F., 1798)
Семейство Scatophagidae
133. Hydromyza livens (Fallen, 1813)
Семейство Agromyzidae
134. Amauromyza sp. (Meigen, 1830)
Семейство Anthomyzidae
135. Gen sp.
Семейство Dolichopodidae
136. Aphrosylus sp. (Haliday, 1851)
Семейство Simuliidae
Argentisimulium noelleri (Friedrichs, 1920)

Список литературы

- Дубов П.Г., Прокин А.А., Негрбов В.В. Лепна-консорции как структурно-функциональные единицы экотона на границе раздела сред вода-воздух // Проблемы изучения краевых структур биоценозов: Мат-лы 2-й Всеросс. науч. конф. с междунар. участием. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2008. С. 27–31.
- Жгарева Н.Н. Новая модель зарослечерпателя // Биология внутренних вод: Инф. Бюллетень. № 2. 1979. С. 28–30.
- Зимбальевская Л.Н. Фитофильные беспозвоночные равнинных рек и водо-хранилищ. Киев: Наук. думка, 1981. 216 с.
- Капитанова О.А. Биоморфологические особенности рясковых как отражение экологических условий // Актуальные вопросы ботаники и физиологии растений: Материалы междунар. науч. конф., посвященной 100-летию проф. В.Н. Ржавитина: (Первые Ржавитинские чтения) / А.С. Лукаткин (отв. ред.) и др. Саранск: Изд-во Мордов. Ун-та, 2004. С. 110–112
- Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Л.: Наука, 1981. 279 с.
- Папченков В.Г. Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль: ЦМП МУБиНТ, 2001а. 200 с.
- Папченков В.Г. Флористическое богатство малых и средних рек показатель их экологического состояния // Малые реки: современное экологическое состояние, актуальные проблемы: Международ. науч. конф. Тольятти. 2001б. С. 159.
- Папченков В.Г. Доминантно-детерминантная классификация водной растительности // Гидробиотика: методология, методы: Материалы школы по гидробиотике. Рыбинск: ОАО «рыбинский Дом печати», 2003. С. 126–132.
- Папченков В.Г. Картирование растительного покрова водоемов и водотоков // Материалы VI Всероссийской школы – конференции по водным макрофитам «Гидробиотика - 2005». Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2006. С. 135–142.
- Ökologische Typisierung der aquatischen Makrofauna // Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft. München, 1996. Heft 4/96. 548 s.

УДК 574.583/586

СТРУКТУРЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗООПЛАНКТОНА ВЕРХОВЬЯ РЕКИ МОСКВЫ В ЛЕТНЕ-ОСЕННИЙ ПЕРИОД

Н. В. Каргашева, В. М. Хромов, Н. А. Шидловская

МГУ им. М.В. Ломоносова, 119234 Москва, Ленинские горы, д.1, стр.12, Россия, mgu-gidro@yandex.ru

Представлены результаты исследования зоопланктона верховья р. Москвы в течение летне-осеннего периода 2013 г. Полученные данные указывают на значительные изменения видового состава, численности и биомассы зоопланктона в реке.

Ключевые слова: зоопланктон, реки, видовой состав, численность, биомасса.

STRUCTURAL CHANGES OF ZOOPLANKTON IN UPPER MOSCOW RIVER IN SUMMER-AUTUMN PERIOD

N. V. Kartasheva, V. M. Khromov, N. A. Shidlovskja
Moscow State University, mgu-gidro@yandex.ru

Results of zooplankton research in Upper Moscow river in summer-autumn period 2013 are presented. According to the data obtained there are significant changes in species composition, abundance and biomass of zooplankton in the river.

Keywords: zooplankton, rivers, species composition, abundance, biomass.

Ранее проводимые съемки по руслу р. Москвы в верхнем ее течении осуществляли в период летней межени в июле–августе месяце, тогда как особенности сезонных изменений зоопланктона верховья р. Москвы в течение всего летне-осеннего периода изучены недостаточно (Карташева, 2009, Хромов, 2010).

Исследовали зоопланктон прибрежной части р. Москвы в районе Звенигородской биостанции им. С.Н. Скадовского, пробы отбирали еженедельно в июне–ноябре 2013 г. Сбор и обработку зоопланктона проводили общеизвестным способом (Ривьер, 1975, Балушкина, Винберг, 1979, Sladecsek, 1973, Ruttner-Kolisko, 1977).

За исследуемый период был выявлен 61 таксон зоопланктона. Наибольшим видовым разнообразием отличались коловратки (28 таксонов), клadoцеры представлены 20 видами, наименьшее число таксонов обнаружено среди веслоногих ракообразных (11). Кроме этого, регистрировались остракоды и гарпактициды. В течение исследований общее количество таксонов в пробе колебалось от 3 (в конце июля) до 20 (в начале сентября). Наибольшее видовое разнообразие коловраток отмечалось в первой половине лета и поздней осенью во второй половине ноября, ветвистоусых ракообразных в середине августа, веслоногих — в начале сентября.

Общая численность зоопланктона в течение исследованного периода колебалась от 60 до 7190 экз./м³ (рис. 1). Кривая динамики общей численности зоопланктона имела двугорбный характер: первый максимум (6310 экз./м³) летом в середине июня, а второй осенью в начале ноября. Абсолютные величины общей численности летнего и осеннего максимумов сопоставимы, но осенний максимум несколько выше. И в первом и во втором случае подъем численности зоопланктона обусловлен массовым развитием коловраток. Вместе с тем, в начале лета заметная доля в общей численности зоопланктона принадлежала науплиальным стадиям циклопов (до 27%), тогда как осенний подъем численности практически полностью был составлен коловратками. Необходимо отметить, что развитие коловраток в июне определялось, прежде всего, зарослевыми формами (до 85% численности). Доминантными видами были *Euchlanis dilatata* Ehrenberg, *Brachionus quadridentatus* Herman, *Trichotria truncata* (Whitelegge).

Летнее массовое развитие коловраток сохранялось до начала июля, затем в течение всего лета численность зоопланктона реки Москвы была очень низкая (не выше 570 экз./м³). На этом фоне заметную роль играли ветвистоусые ракообразные и копепоиды циклопов. В августе по показателям биомассы особенно очевиден вклад клadoцер. Превалирующими формами были: *Chydorus sphaericus* (O.F. Muller), *Ceriodaphnia pulchella* Sars, *Disparalona rostrata* (Koch), *Alona guttata* Sars.

Только к началу сентября количественные показатели зоопланктона несколько увеличились за счет появления науплиев циклопов и начинающегося развития коловраток. Ноябрьский пик численности составлен планктонными видами: доминирующим *Brachionus calyciflorus* Pallas и массовыми *Keratella quadrata* (Muller), *Polyartra dolichoptera* Idelson. Это может быть связано с отмиранием макрофитов и сокращением ассоциированных с ними видов зоопланктона. Влияние макрофитов на формирование зооценоза реки Москвы отличалось в разные фазы сезона, как было показано ранее (Карташева, 2010). До конца ноября количественные показатели зоопланктона оставались достаточно высокими (до 5710 экз./м³). Наряду с коловратками в формировании зоопланктона поздней осенью заметную роль играли веслоногие, прежде всего личиночные стадии *Eudiaptomus gracilis* (Sars).

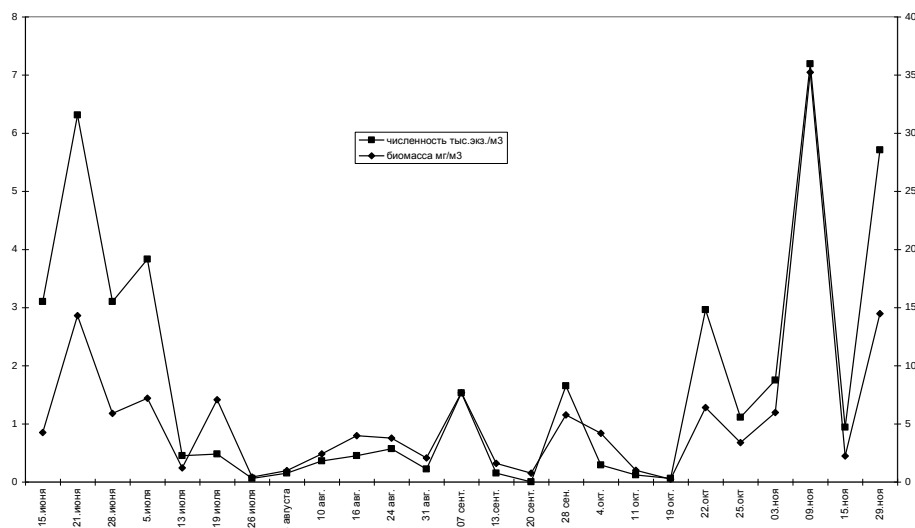


Рис. 1. Изменение численности и биомассы зоопланктона в течение летне-осеннего периода 2013 г.

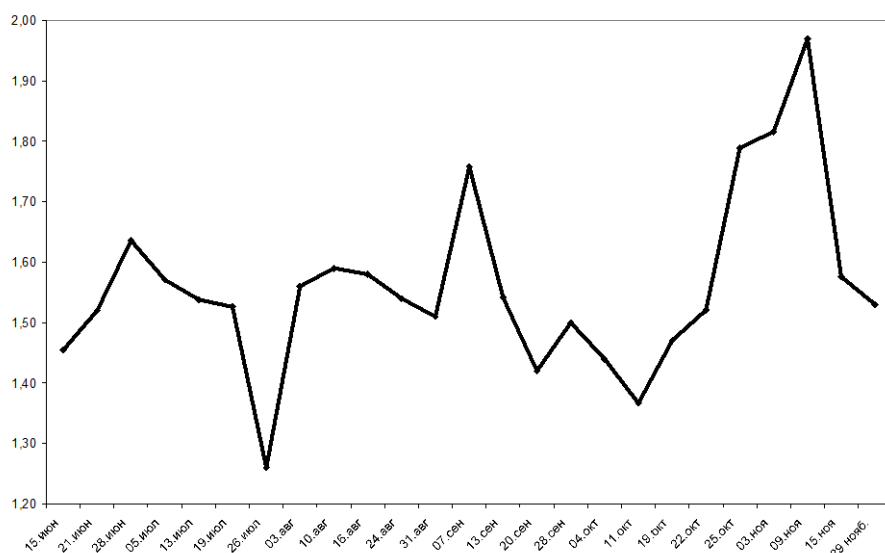


Рис. 2. Значения индекса сапробности по данным зоопланктона в течение летне-осеннего периода 2013 г.

Характер изменений биомассы зоопланктона в летне-осенний период практически совпадает с динамикой численности, но осенний пик биомассы в 2,5 раза выше летнего за счет развития крупной *B. calyciflorus*. Колебания биомассы в летне-осенний период значительны: от 0,41 (в конце июля) до 35,22 мг/м³ (в ноябре) (рис. 1). Основной вклад в биомассу зоопланктона вносили коловратки, особенно в июне и в начале ноября. Биомасса ветвистоусых ракообразных достаточно низкая в течение всего периода наблюдения, только в середине августа и в конце сентября отмечалось увеличение показателей за счет развития массовых форм: *Ch. sphaericus*, *D. rostrata* (Koch). Различия в составе видового комплекса зоопланктона и его количественное развитие в течение летне-осеннего периода в значительной степени обусловлено своеобразием биологии отдельных видов. Первая группа видов имела 1 максимум в начале лета: *B. quadridentatus*, *E. dilatata*, *T. truncata*. Вторая группа имела 2 пика численности в первой половине лета и осенью: *Bosmina longirostris* (O.F. Muller), *Keratella quadrata*, *K. cochlearis* (Gosse). Для третьей было характерно наличие количественного максимума осенью, в октябре-ноябре: *B. calyciflorus*, *Synchaeta pectinata* Ehrenberg, *E. gracilis*. Большинство видов кладоцер относится к четвертой группе видов, которая характеризовалась подъемом численности в августе. Для *D. rostrata* зарегистрировано развитие как в августе, так и в октябре.

За весь период наблюдения индекс сапробности по показателям зоопланктона соответствовал β-сапробной зоне. Летом показатель не превышал 1,76, оставаясь в пределах 1,52–1,64, в отдельные дни лета и с середины сентября до середины октября значения сапробности относились к олигосапробной зоне (рис. 2). Поздней осенью, в конце октября и в начале ноября происходило резкое увеличение сапробности, что было вызвано массовым развитием *B. calyciflorus*, обладающей высокой сапробной валентностью.

Анализ данных по качественному и количественному развитию зоопланктона реки Москвы в летне-осенний период выявил существенные изменения структуры сообщества. Численность и биомасса зоопланктона за исследуемый период невысокие и изменялись в пределах 60–7190 экз./м³, 0,41–36,11 мг/м³ соответственно. Максимальное развитие зоопланктона отмечалось в середине июня и начале ноября, и было обусловлено коловратками. Самые низкие количественные показатели зоопланктона характерны для середины лета в июле, когда происходило заметное вытеснение коловраток ветвистоусыми и веслоногими ракообразными.

Индекс сапробности верховья р. Москвы в летне-осенний период в целом соответствовал бета-мезосапробной зоне с умеренно загрязненными водами.

По своему экологическому статусу зоопланктон р. Москвы относится к прибрежно-зарослевому комплексу, вместе с тем, поздней осенью после отмирания макрофитов, планктонные виды занимали преобладающее место в составе сообщества зоопланктона.

Представленные материалы являются основой для дальнейшего изучения структурных характеристик зоопланктона реки на фоне неоднородных условий среды в течение всего года. Наблюдаемая изменчивость структуры зоопланктона реки в летне-осенний период должна учитываться при проведении гидробиологического мониторинга, особенно при определении экологического состояния водотока.

Список литературы:

- Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных. Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. Л. ЗИН, 1979. С. 59–79.
- Карташова Н.В. Особенности структуры зоопланктона реки Москвы в верхнем течении // Бюллетень МОИП, отдел биологический. 2009. Т. 114, вып. 3, прил. 1, ч. 1. С. 421–425.
- Карташова Н.В. Роль микрозооперифитона в формировании зоопланктона верховья реки Москвы // Актуальные проблемы экологии: Мат. VI междунар. научно-практич. конф. Гродно, 2010. С. 105–107.
- Ривьер И.К. Зоопланктон и нейстон // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. С. 138–157.

Хромов В.М., Карташева Н.В., Недосекин А.Г., Малащенко Д.В., Ростанец Д.В. Гидробиологическое обследование реки Москвы в районе Звенигородской биостанции им. С.Н. Скадовского // Тр. Звенигородской биостанции им. С.Н. Скадовского МГУ. Т. 5. М.: Изд. Гриф, 2010. С. 189–193.

Ruttner-Kolisko A. Suggestions for biomass calculation of planktonic rotifers // Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. 1977. № 8. P. 71–78.

Sladeczek V. System of water quality from biological point of view // Arch. Hydrobiol. Beih., Ergebn. Limnol. 1973. N 7. 218 p.

ОСОБЕННОСТИ АНТИОКСИДАНТНОГО СТАТУСА МЯГКИХ ТКАНЕЙ ДВУСТВОРЧАТОГО ПРЕСНОВОДНОГО МОЛЛЮСКА *DREISSENA POLYMORPHA* ИЗ МАЛЫХ РЕК БАСЕЙНА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ: СИТЬ, СУТКА И ЯГОРБА

Я. С. Климова, Г. М. Чуйко, М.В. Гапеева

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
152742, Ярославская область, Некоузский р-н, Борок, Россия, yna.klim@mail.ru

Изучены особенности системы антиоксидантной защиты (АОЗ) и содержание некоторых тяжелых металлов (ТМ) в мягких тканях двухстворчатого моллюска *Dreissena polymorpha* из малых рек бассейна Рыбинского водохранилища с различной степенью антропогенной нагрузки: Сить, Сутка и Ягорба. Определена активность ферментов: каталазы (КАТ), глутатион-S-трансферазы (ГСТ), глутатионредуктазы (ГЛР), содержание низкомолекулярного антиоксиданта — восстановленного глутатиона (ГЛТ), продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) — малонового диальдегида (МДА), а также содержание ТМ — Pb, Sc, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd. Проведен сравнительный анализ компонентов АОЗ, содержания продуктов ПОЛ и ТМ у моллюсков из рек Сить, Сутка и Ягорба. Максимальная активность КАТ и содержание МДА обнаружены у *D. polymorpha* из реки Сутка, тогда как наиболее высокая концентрация ТМ зафиксирована у моллюсков из р. Ягорба.

Ключевые слова: антиоксидантные ферменты, перекисное окисление липидов, тяжелые металлы, пресноводные двустворчатые моллюски.

THE PARTICULAR OF ANTIOXIDANT STATUS OF FRESHWATER BIVALVES *DREISSENA POLYMORPHA* FROM RIVERS SIT', SUTKA AND YAGORBA – TRIBUTARIES OF THE RYBINSK RESERVOIR

Y. S. Klimova, G. M. Chuiko, M. V. Gapeeva

Features of the antioxidant defence system (ADS) in the whole soft tissues of the freshwater bivalves *Dreissena polymorpha* from rivers Sit', Sutka and Yagorba — tributaries of the Rybinsk reservoir were studied. Activities of antioxidant enzymes such as catalase (CAT), glutathione reductase (GR), glutathione S-transferase (GST) and the content of reduced glutathione (GSH) a low-molecular antioxidant, as well as the content of products of lipid peroxidation (LPO) — malondialdehyde (MDA), and content of heavy metals — Pb, Sc, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd were evaluated. Comparative analysis of AOS components and products of LPO and metals in mollusks from rivers Sit, Sutka and Yagorba was carried out. Maximum performance of CAT activity and MDA content were found in *D. polymorpha* from river Sutka, but content of metals was higher in mollusks from river Yagorba.

Keywords: antioxidant enzymes; products of lipid peroxidation; heavy metals; freshwater bivalves.

Рыбинское водохранилище крупнейший искусственный водоем, площадь его зеркала составляет 4550 кв. км. В него впадает 64 реки, из которых кроме Волги, крупнейшие — Молога, Шексна и Суда. На северном побережье водохранилища расположен Череповецкий коммунально-индустриальный комплекс. Он является основным источником загрязнения тяжелыми металлами (ТМ) и стойкими органическими загрязняющими веществами (СОЗ) Шекснинского плеса водохранилища (Флеров и др., 2000; Чуйко и др. 2010; Гапеева, 2013). Сильному антропогенному влиянию подвергаются такие реки этого плеса как Суда, Ягорба, Кошта, Серовка и ряд других, что диктует необходимость контроля уровня их загрязнения. Для оценки состояния гидробионтов и пресноводных экосистем можно применение не только основных физико-химических методов экологического мониторинга, но и биомониторинг на основе биомаркеров. Наиболее удобный вид-биомонитор для этой цели — двухстворчатый моллюск *Dreissena polymorpha*. Эти моллюски широко распространены в бассейне Рыбинского водохранилища, малоподвижны, образуют скопления в виде друз, является активными фильтрами, биоаккумуляторами и имеют продолжительность жизни до 7 лет.

В исследовании были использованы биомаркеры эффекта — показатели системы АОЗ и содержания ПОЛ. По данным показателям можно судить о функциональном состоянии гидробионтов из районов с различной степенью антропогенной нагрузки (Huggett, 1992).

Система АОЗ играет важную роль в поддержании внутриклеточного гомеостаза — обезвреживает активные формы кислорода (АФК). В норме биологическими источниками АФК являются различные окислительно-восстановительные реакции, протекающие в клетке. При действии на организм различных факторов внешней среды как естественных (минеральный состав, pH, содержание растворенного кислорода, содержание органических и биогенных элементов и т.д.), так и антропогенных (загрязнение ТМ и органическими ксенобиотиками) образование АФК усиливается, что может привести к развитию состояния окислительного стресса. При более сильных повреждающих воздействиях, развиваются патологические состояния, заканчивающиеся гибелью организма. АФК высоко активные вещества и взаимодействуют с различными биомолекулами, вызывая процессы ПОЛ, перекисную модификацию белков, инактивацию ферментов и повреждение нуклеиновых кислот. Интенсивность окислительных повреждений зависит от эффективности системы АОЗ, своевременная активация которой стабилизирует процессы окисления в клетке (Huggett, 1992).

Система АОЗ клетки включает в себя как специализированные ферменты, так и низкомолекулярные вещества различной природы, такие как восстановленный глутатион (ГЛТ), каротиноиды, флавоноиды, витамины и др. Ключевой фермент АОЗ — супероксиддисмутаза (СОД), катализирующая реакцию обезвреживания супероксид аниона. Образующийся в процессе этой реакции пероксид водорода может утилизироваться с помощью ферментов: каталазы и глутатионпероксидазы. Глутатионтрансфераза (GST) катализируют реакции восстановления органических гидропероксидов и трансформации ксенобиотиков. В качестве донора водорода GST использует ГЛТ, который при этом переходит в окисленную форму. Восстанавливает его фермент глутатионредуктаза (ГР). Сам по себе восстановленный ГЛТ также обладает антиоксидантными свойствами (Костюк, Потопович, 2004).

Цель исследования — сравнить показатели системы АОЗ и процессов ПОЛ у двустворчатых моллюсков *D. polymorpha* из малых рек бассейна Рыбинского водохранилища с различной антропогенной нагрузкой: Сить, Сутка и Ягорба.

Материалы и методы. Вылов моллюсков производился в устьях рек Сутка (станция 1.58°24" с.ш., 38°17'43" в.д., Ярославская обл.) и Ягорба (станция 2 59°8' 38,8" с.ш., 370°58' 23.2" в.д., Вологодская обл.) в июле 2013 г. и в среднем течении р. Сить (ст. 3 в сентябре 2013 г. На реках Сутка и Ягорба сбор моллюсков осуществлялся с помощью драги, а на р. Сить — вручную с затопленных во время лесосплава бревен. Сразу же после отлова моллюсков замораживали в жидком азоте. Перед анализом моллюсков разделяли на две группы по размеру и визуально под микроскопом по полу. Выделяли две размерные группы: длина раковины 15–25 мм и 25.1–37 мм, что соответствует возрасту животных 3–4 и 5–7 лет (Львова, Макарова, 1994). В реках Сутка и Ягорба были отловлены и изученные только моллюски с длиной раковины 15–25 мм. Из р. Сить отобраны моллюски двух размерных групп: с длиной раковины 15–25 мм и 25.1–37 мм.

В мягких тканях определяли активность ферментов системы АОЗ — каталазы (Королук и др., 1988), глутатион-S-трансферазы (Habig et al., 1974) и глутатионредуктазы (Regoli et al., 1995), содержание восстановленного глутатиона (Moron et al., 1979) и продукта процесса ПОЛ малонового диальдегида (МДА) (Владимиров, Арчаков, 1972). Все показатели определялись в одной пробе, масса которой составляла 2 г мягких тканей. В зависимости от размера животных в одну пробу входило от 6 до 20 экз. На каждый исследуемый вариант использовали по 6 проб самцов и самок.

В мягких тканях *D. polymorpha* с размером раковины 14–25 мм из рек Сутка и Ягорба, отобранных по такому же принципу, как и для биохимических показателей, определяли ТМ — Pb, Sc, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd. Навеску в 2 г сырой массы мягких тканей помещали в тefлоновые автоклавы, добавляли 3 мл HNO₃(осч) и 2 мл H₂O₂(осч). Разложение проб проводилось в СВЧ печи Speed Ware MWS-3⁺. Дальше пробы переносили в мерные пробирки, доводили до 25 мм водой очищенной в установке Distillacid. Анализировали ТМ масс-спектрометрическим методом на приборе ICP MS — DRC-e с внутренним стандартом Yn и внешней калибровкой.

Все измерения проводились в двух повторностях. Результаты представлены в виде средних и их стандартных ошибок ($\bar{x} \pm SE$). Достоверность различий оценивали по t-критерию Стьюдента и U-критерию Манна-Уитни при $P = 0.05$.

Таблица 1. Содержание тяжелых металлов в мягких тканях *D. polymorpha* из рек: Сутка и Ягорба

Содержание ТМ, мг/кг сырого веса	р.Сутка	р. Ягорба
Pb	0.06 ± 0.006	0.23 ± 0.03*
Sc	0.05 ± 0.005	0.05 ± 0.003
V	0.75 ± 0.09	1.00 ± 0.04*
Cr	1.2 ± 0.09	1.37 ± 0.11
Mn	101.7 ± 19.9	41.6 ± 12.8*
Co	0.15 ± 0.01	0.21 ± 0.02*
Ni	1.16 ± 0.09	2.0 ± 0.39
Cu	1.58 ± 0.12	1.82 ± 0.15
Zn	9.39 ± 0.65	16.6 ± 1.57*
Mo	0.08 ± 0.004	0.12 ± 0.01*
Cd	0.06 ± 0.004	0.03 ± 0.002*

Примечание: * различия в содержании ТМ достоверны при $p = 0.05$.

установлено, что у *D. polymorpha* отобранной в р. Сутка незначительно выше показатели активности КАТ в 1.2 раза и содержания МДА в 2.3 раза (табл. 2).

В тканях *D. polymorpha* из р. Сить с размером раковины 25–37 мм, были зафиксированы половые различия параметров системы АОЗ и содержания ГЛТ и МДА. У самцов активность ГР в 5 раз ниже, чем у самок. У моллюсков с размером раковины 15–25 мм этих различий не отмечалось. В зависимости от размера раковины активность АО ферментов и содержание ГЛТ и МДА не различались. Установлено, что *D. polymorpha* из р. Сить имеет минимальную активность ферментов — КАТ, GST и уровня содержания ГЛТ и МДА.

Исследования показали, что в мягких тканях *D. polymorpha* из р. Ягорба более высокие концентрации изученных ТМ. Такие металлы как Pb, V, Co, Zn, Mo имеют техногенное происхождение. И скорее всего источ-

Результаты и обсуждение. Предварительно установлено, что все исследованные параметры (содержание ТМ, показатели активности АОЗ и интенсивности ПОЛ) у *D. polymorpha* из исследованных рек не половых различий. Этот факт позволил не учитывать пол моллюсков и использовать объединенную пробу при их дальнейшем анализе.

У *D. polymorpha* из р. Ягорба концентрация многих рассмотренных ТМ выше, чем в р. Сутка (Pb в 3 раза, V и 1.3 раза, Co в 1.4 раз, Zn в 1.7 раз, Mo в 1.5 раз). Но при этом в р. Сутка обнаружены более высокие концентрации Mn и Cd (в 2,4 и 2 раза соответственно) (табл. 1).

При сравнении показателей АОЗ

ником их поступления в р. Ягорбу являются сточные воды коммунально-индустриального комплекса г. Череповца. Концентрация Мп в тканях *D. polymorpha* из р. Сутка выше, чем из р. Ягорба, возможно это связано с различной биодоступностью марганца в этих реках.

Не смотря на то, что устье р. Сутки находится на достаточном удалении от крупных промышленных комплексов и концентрации загрязняющих веществ здесь значительно ниже, чем в р. Ягорбе (Флеров и др., 2000; Чуйко и др. 2010; Гапеева, 2013), максимальные показатели активности КАТ и содержания МДА нами были зафиксированы у *D. polymorpha* именно из этой точки. Более высокий уровень МДА свидетельствует о том, что у *D. polymorpha* из устья р. Сутка процессы ПОЛ проходят интенсивнее, вследствие усиления продукции АФК. Это и привело к большей активации фермента КАТ. Данные показатели АОЗ и процессов ПОЛ являются неспецифичными биомаркерами окислительного стресса. Из этого следует, что моллюски находятся в состоянии стресса, причиной которого могут быть как природные, так и антропогенные факторы. Поскольку корреляционной зависимости между показателями АОЗ и содержанием ТМ в их тканях не выявлено, можно предположить, что причиной усиления процессов ПОЛ у *D. polymorpha* из устья р. Сутка является другой вид дрейссенид *D. bugensis*. Во многих литературных источниках указывается на то, что *D. bugensis* более агрессивный вид-вселенец, который при совместном поселении вытесняет *D. polymorpha* (Shcherbina, Buckler, 2006). Подобное явление наблюдается и в Волжском плесе Рыбинского водохранилища (Пряничникова, 2013). Изученные нами биомаркеры, скорее всего, отражают изменения, происходящие на молекулярно-биохимическом уровне в организме *D. polymorpha* в условиях конкуренции с другим видом.

Таблица 2. Особенности системы АОЗ двустворчатых моллюсков *D. polymorpha* из малых рек бассейна Рыбинского водохранилища с различной антропогенной нагрузкой

Показатель	Пол	р. Сутка	р. Ягорба	Р. Сить	
		Размер раковины		Размер раковины	
		15–25 мм	15–25 мм	15–25 мм	25–37 мм
КАТ	♂	138.69 ± 12.62	124.63 ± 4.06 *	49.60 ± 0.95†#	35.71 ± 8.97
	♀	154.95 ± 11.46	119.25 ± 8.39*	52.21 ± 10.13†#	46.28 ± 5.48
GST	♂	6.55 ± 0.99	7.05 ± 0.71	3.57 ± 0.32†#	3.40 ± 0.66
	♀	7.03 ± 1.29	7.43 ± 0.53	4.55 ± 1.28†#	3.73 ± 0.60
ГР	♂	2.52 ± 0.60	2.25 ± 0.96	0.96 ± 0.32	0.45 ± 0.12
	♀	2.56 ± 0.58	3.16 ± 1.48	1.50 ± 0.39	2.48 ± 0.74^
ГЛТ	♂	1.19 ± 0.29	1.66 ± 0.09	1.01 ± 0.21#	1.29 ± 0.58
	♀	1.72 ± 0.30	1.55 ± 0.06	1.25 ± 0.10	1.57 ± 0.19
МДА	♂	2.79 ± 0.48	1.22 ± 0.11*	1.47 ± 0.06†#	0.98 ± 0.17
	♀	2.91 ± 0.34	1.16 ± 0.10*	1.73 ± 0.09†#	1.40 ± 0.24

Примечание: различия между реками Сутка и Ягорба(*), Сутка и Сить(†), Ягорба и Сить (#), и между полами (^) достоверны при $p = 0.05$; активность ферментов — в нмоль/мкг белка/мин; содержание ГЛТ, МДА — в пкмоль/мкг белка.

Система АОЗ *D. polymorpha* из р. Сить характеризуется сравнительно более низким уровнем активности ферментов и содержанием ГЛТ, МДА. Вероятно, это связано с разными месяцами отбора проб — в Ягорбе и Сутке в июле, а в Сити — в сентябре. Это предполагает сезонную изменчивость рассмотренных биохимических показателей. При этом у *D. polymorpha* из р. Сить с размером раковины 25–37 мм наблюдались половые различия в активности ГР: у самок она выше, чем у самцов. Ранее такая же тенденция отмечалась нами у *D. polymorpha* из устья р. Сутка в ноябре (Климова, Чуйко, 2013). Это может быть обусловлено особенностями репродуктивного цикла двустворчатых моллюсков (Sole et al., 1995).

Выводы

1. У *D. polymorpha* изученные показатели АОЗ – КАТ, GST, ГЛТ, процессов ПОЛ – МДА и содержание ТМ не зависят от пола.
2. У *D. polymorpha* из р. Ягорба выше содержание V, Co, Zn, Mo, а у моллюсков из р. Сутки — Mn, Cd; У них отмечены и более высокие уровни активности КАТ и содержания МДА. При этом корреляционной зависимости между накоплением ТМ и показателями АОЗ не выявлено.
3. В р. Сить *D. polymorpha* имеет максимальные показатели активности КАТ, GST и содержания МДА, что предположительно обусловлено сезонной вариабельностью исследованных биохимических показателей.

Список литературы

- Властов Б. В., Качанова А. А. Диагноз пола у живых дрейссен и некоторые данные по половому циклу у этого моллюска // Зоологический журнал 1959. Т. 38. Вып. 7. С. 991–1005.
- Гапеева М.В. Тяжелые металлы в воде и донных отложениях Рыбинского водохранилища // Вода: химия и экология 2013. № 5. С. 3–7.
- Королук М.А., Иванова Л.И., Майорова И.Г., Токарев В.Е. Метод определения активности каталазы // Лабораторное дело. 1988. С. 16–18.
- Костюк В.А., Потапович А.И., Биорадикалы и биоантиоксиданты. Минск БГУ, 2004. 179 с.
- Пряничникова Е.Г. Многолетний анализ структуры поселений двух видов дрейссенид (*Mollusca, Dreissenidae*) в Рыбинском водохранилище // Дрейссениды: эволюция, систематика, экология: Лекции и матер. докл. II-ой Междунар. школы-конф. / Под ред. Крылова А.В. и Пряничниковой Е.Г. Ярославль: Канцлер, 2013. С. 91–94.
- Флеров Б.А., Томилина И.И., Кливленд Л., Баканов А.И., Гапеева М.В. Комплексная оценка состояния донных отложений Рыбинского водохранилища // Биология внутренних вод. 2000. № 2. С. 148–155.

- Чуйко Г. М., Законнов В.В., Морозом А.А., Бродский Е.С., Шелепчиков А.А., Фешин Д.Б. Пространственное распределение и качественные состав полихлорированных бифенилов (ПХБ) и хлорорганических пестицидов (ХОП) в донных отложениях и леще (*Abramis brama* L.) рыбинского водохранилища // Биология внутренних вод. 2010. № 2. С. 98–108.
- Habig W.H., Pabst M.J., Jacoby W.B. Glutathion-S-transferase: the first step in mercapturic acid formation // J. Biol. Chem. 1974. Vol. 249. P. 7130–7139
- Huggett R.J., Kimerle R.A., Mehrle P.M., Jr., Bergman H.L. (Eds.). Biomarkers: biochemical, physiological, and histological markers of anthropogenic stress. SETAC special publication series. BocaRaton – AnnArbor – London – Tokyo: LewisPublishers, 1992. 347 p.
- Moron M.S., Depierre J.W., Mannervik B. Levels of glutathione, glutathione reductase and glutathione s-transferase activities in rat lung and liver // Biochim. Biophys. Acta. 1979. Vol. 582. P. 67–78.
- Regoli F., Principato G. Glutathione, glutathione-dependent and antioxidant enzymes in mussel, *Mytilus galloprovincialis*, exposed to metals under field and laboratory conditions: implications for the use of biochemical biomarkers // Aquat. Toxicol. 1995. Vol. 31. P. 143–164.
- Shcherbina G. Kh., Buckler D.R. Distribution and Ecology of *Dreissena polymorpha* (Pallas) and *D. bugensis* (Andrusov) in the Upper Volga Basin // Journal of ASTM International. 2006. Vol. 3. № 4. P. 1–11.
- Sole M., Porte C., Albaiges J. Seasonal variation in the mixed-function oxidase system and antioxidant enzymes of the mussel *Mytilus galloprovincialis* // Environ. Toxicol. Chem. 1995. Vol. 14. № 1. P. 157–164.

УДК 574.5(574.21)

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СПИСОК ФАУНЫ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ, ОБНАРУЖЕННЫХ В ГИДРОБИОЦЕНОЗАХ МАЛОГО ВОДОТОКА, В ВОДОСБОРНОЙ ПЛОЩАДИ КОТОРОГО НАХОДИТСЯ КРУПНЫЙ ПОЛИГОН ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ (НА ПРИМЕРЕ р. ПЕХОРКА, МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А. А. Козленок, Л. А. Розумная

РГСУ, кафедра Социальной экологии и Природопользования,
111558, г. Москва, ул. Сталеваров, д. 30, e-mail: Anastasia_ka@mail.ru, Rozumnaya65@mail.ru

В статье рассматривается проблема деградации малых рек Московской области и представлены данные биоразнообразия, в районе водосборного бассейна которого находится крупный полигон твердых бытовых отходов и ряд других техногенных объектов.

Ключевые слова: малые реки Московской области; полигоны твердых бытовых отходов; биоразнообразие; водная фауна.

This article about the problem of degradation of small rivers Moscow region and provides information about biological diversity of aquatic invertebrates in Pekhorka river.

Keywords: small rivers of Moscow region; landfills; biodiversity; aquatic fauna.

Гидрографическая сеть Московского региона принадлежит к бассейну Волги. По территории области протекают 450 малых рек протяженностью от 10 до 200 км, три средние — протяженностью от 200 до 500 км, две крупные — свыше 500 км. Самые крупные реки Ока и Волга являются транзитными и протекают по южной и северной окраинам области на протяжении соответственно 206 и 9 км. Основные местные реки — Москва (длина 473 км в пределах области) и Клязьма (239 км в пределах области). Важной водной артерией области является канал им. Москвы длиной 126 км. Общая протяженность рек в Московской области составляет 18 766 км. Комплекс водных проблем в Московской области занимает ведущее место. Пока четко прослеживается деградация рек, это связано с тем, что нет четкой и единой государственной политики по использованию и охране малых рек [2]. Поэтому на сегодняшний день назрела острая необходимость в проведении инвентаризации тех участков малых рек, которые имеют в своих водосборах крупные источники потенциального антропогенного воздействия на их гидрэкосистемы. При этом в качестве определения степени деградации гидрэкосистем таких участков, для целей применения управленческих решений по их оздоровлению, достаточно проводить малозатратный и достаточно информативный биологический мониторинг за макробеспозвоночными обитателями малых водотоков, до и после учтенных объектов, так как любая антропогенная нагрузка на чувствительную экосистему малого водотока будет сказываться, прежде всего, на качественном и количественном составе их сообществ. Так же обоснование выбора макробеспозвоночных в качестве биоиндикаторов состояния среды обусловлено тем, что они встречаются повсеместно, их экология и образ жизни изучается достаточно долго, большинство из них являются общепризнанными биологическими индикаторами, наиболее точно отражающими степень загрязнения водной среды, в особенности хронического [2].

Обоснование выбора места исследования и станций для взятия качественных проб зообентоса. Для изучения проблемы малых рек Московской области нами выбрана р. Пехорка. Данная река является левым притоком Москвы-реки, имеет общую протяженность около 42 км, площадь водосбора составляет 513 км², причисляется по классификации к «малым» рекам. Река Пехорка берет начало в пределах Алексеевского лесопарка, за МКАД. Река начинается в 3 км к северу от г. Балашиха, впадает в Москву-реку в районе г. Жуковского в 4 км к югу от станции Быково Казанской железной дороги. Долина в истоке сильно заболочена, постоянный водоток появляется только ниже впадения ручья, вытекающего из Алексеевского озера. В районе д. Пехра-Покровское у южной границы парка р. Пехорка перекрыта плотиной, в результате чего образован Пехорский пруд. В пределах Москвы протекает в открытом русле в Измайлове, Кускове, Косине на протяжении 10 км. Левым и правым притоками Пехорки являются р. Чечёра и р. Руднёвка. Направление течения с севера на юг [1]. С мая по июль включительно нами изучался участок р. Пехорки, расположенный на границе между г. Железнодорожным и

п. Фенино. Интерес к изучению видового состава водных беспозвоночных данного участка малого водотока обусловлен тем, что только на его водосборной площади в 500 м², выше Павлинского лесопарка, на правом берегу находится 1 керамический завод, 1 обойная фабрика, несколько гаражно-строительных кооперативов, на левом его берегу расположен крупный полигон твердых бытовых отходов «Кучино». При этом защитная водоохранная зона от полигона до ближайшего участка реки составляет всего около 147 м, от складов и гаражных кооперативов 197 м. Визуальная оценка русла данного участка реки показала, что берега завалены мусором и подвержены эрозии. Данные антропогенные объекты, расположенные в пойме реки, в особенности полигон твердых бытовых отходов, являются потенциальными загрязнителями реки, источниками загрязнения тяжелыми металлами, крупнодисперсными частицами и органическими биорезистентными примесями, называемыми так же жидким фильтратом. Данная субстанция неизменно образуется в теле полигона при разложении органической составляющей мусора бактериями, на любом жизненном этапе полигона как действующего, так и закрытого.

В связи с этим информация о видовом составе макробеспозвоночных обитателей р. Пехорка, главным образом, макрозообентосных форм, необходима для оценки состояния гидроэкосистемы на изучаемом участке реки, в окрестностях совокупного потенциального воздействия на нее ряда вышеперечисленных антропогенных объектов. Рабочей гипотезой данного исследования является предположение о том, что видовое разнообразие беспозвоночных на ст. 1, то есть в верхнем течении до вышеперечисленных антропогенных источников потенциального воздействия, будет отличаться от видового разнообразия видов на станции 2 и 3, т.е. в среднем и нижнем течении обследуемого участка малого водотока от источников предполагаемого хронического стресса гидроэкосистемы р. Пехорка, в сторону его понижения (1 > 2 > 3). При этом из структуры сообществ макробеспозвоночных организмов будут выпадать виды интолерантные к загрязнению. Станции отбора качественных проб макробеспозвоночных р. Пехорки представлены на рис. 1.

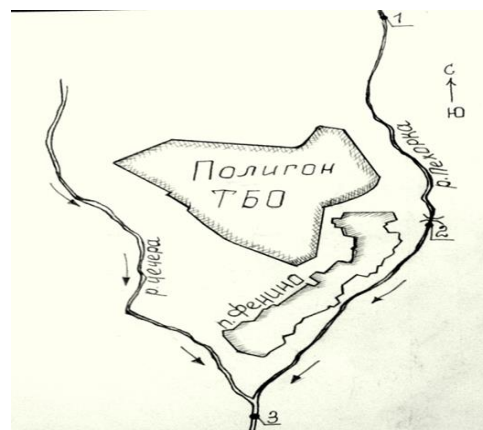


Рис. 1. Схема станций отбора качественных проб макробеспозвоночных р. Пехорка.

Материалы и методика исследования. Пробы отбирались с мая по июль. На ст. 1 было обследовано 8 гидробиоценозов и 3 гидробиотопа (правый и левый берег, середина реки) со схожими рельефными характеристиками и физическими параметрами (скорость течения, освещенность, t воды, pH воды и донных осадков), на 2 станции — 8 гидробиоценозов и 2 гидробиотопа (правый и левый берег), на 3 станции — 5 и 2. Отлов зообентоса производился с применением общепринятых гидробиологических методов, к примеру, при помощи специального сачка, методом так называемого «кошения», в направлении против течения, а так же с применением ручного отлова единичных взрослых организмов в бытовых резиновых перчатках. Определение организма до вида проводилось при помощи специальных видовых и таксономических атласов-определителей. Полученная информация по каждой из проб, о каждом заложенном и обследованном створе заносилась в таблицу Microsoft Exelle for Windows 2007.

Результаты и их обсуждение. Первичное краткосрочное обследование с мая–июль 2014 г. для дальнейшего планируемого многолетнего изучения видового разнообразия беспозвоночных р. Пехорка в исследуемых биотопах и гидробиоценозах на станциях 1–3, выше и ниже полигона твердых бытовых отходов, позволило выявить следующие таксоны беспозвоночных, представленных в таблице 1.

Таблица 1. Список донных и зарослевых беспозвоночных, обнаруженных в гидробиоценозах и гидробиотопах р. Пехорка за весенне-летний период (май–июль) 2014 г.

Беспозвоночные организмы	Станция 1	Станция 2	Станция 3
Отряд Tychoptera (Ручейники)			
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	+	+	–
Отряд Diptera (Двукрылые)			
Chironomidae	–	+	+
Отряд Odonata (Стрекозы)			
<i>Aeschna cyanea</i> Muell	+	–	+
<i>Symprtrum flaveolum</i> L.	+	–	+
Отряд Coleoptera (Жуки, Жесткокрылые)			
Сем. Dytiscidae	+	–	–
Класс Брюхоногие моллюски (Gastropoda)			
<i>Limnea ovata</i>	+	+	–
<i>Limnea auttikularia</i>	+	–	–
<i>Limnea stagnalis</i>	+	–	+
<i>Planorbis carinatus</i>	+	–	–
<i>Phisa acuta</i>	–	+	+
Класс Малощетинковые черви (Oligochaeta)			
<i>Tubifex tubifex</i>	–	+	–

Таким образом, в среднем и нижнем течении действительно наблюдается значительное обеднение видового состава и выпадение биоиндикаторов условно «чистых вод». Однако при этом биогидроценозы ст. 3 характеризуется некоторым восстановлением сообществ, так как здесь были отловлены единичные представители брюхоногих моллюсков и стрекоз. С другой стороны здесь наблюдалось так же и увеличение числа зарослей макрофитов, что существенно повышало шансы встречи взрослых особей макробеспозвоночных и их личинок. Что касается илистых гидробиотопов ст. 2, то именно олигохеты являются здесь явными биоиндикаторами полисапробности, что позволяет утверждать, что здесь до сих пор происходит биологическое самоочищение реки, так как раньше именно здесь находилась траншея, по которой жидкий фильтрат стекал из тела полигона в поверхностные воды малой реки. Необходимо так же упомянуть, что пока ни в одной качественной пробе на станциях 1–3 не обнаружено ни одного представителя из отряда Ephemeroptera, Plecoptera, а так же не найдено ни одного представителя класса Crustacea, Bivalvia.

Параллельно с качественными пробами производился количественный учет макробеспозвоночных. Все организмы встречались в небольшом количестве особей или личинок (кроме Oligochaeta на ст. 2, соответственно) что позволяет судить о том, что в целом, на всех станциях отбора проб, в окрестностях исследования, наблюдается снижение численности макробеспозвоночных, что может предварительно свидетельствовать о том, что экосистема малого водотока испытывает хроническую экологическую депрессию, т.е. как до полигона твердых бытовых отходов, обойной фабрики, кирпичного завода, так и после них. Данный участок русла малого водотока требует проведения мероприятий по его ревитализации и охране.

Список литературы

1. Вагнер Б.Б. Реки и озера Подмосквья. М.: Вече, 2007. 480 с.
2. Информационный вестник правительства Московской области № 19 (декабрь) (специальный выпуск). 2013. С. 9.
3. Холмогорова Н.В. Трансформация фауны макрозообентоса малых рек Удмуртии под воздействием факторов нефтедобычи: диссертация кандидата биологических наук: 03.00.16. Ижевск, 2009. 233 с.
4. Чертопруд М.В., Чертопруд Е.С. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра Европейской России. 2003. 184 с.

УДК 574.5

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СПИСОК ФАУНЫ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ, ОБНАРУЖЕННЫХ В ГИДРОБИОЦЕНОЗАХ МАЛОГО ВОДОТОКА, В ВОДОСБОРНОЙ ПЛОЩАДИ КОТОРОГО НАХОДИТСЯ КРУПНЫЙ ПОЛИГОН ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ (НА ПРИМЕРЕ р. ЧЕЧЕРА, МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А. А. Козленок, Л. А. Розумная

РГСУ, кафедра Социальной экологии и Природопользования,
111558, г. Москва, ул. Сталеваров, д.30, e-mail: Anastasia_ka@mail.ru, Rozumnaya65@mail.ru

В статье предоставлена информация о биологическом разнообразии водных беспозвоночных в малой реке Чечера.

Ключевые слова: малые реки Московской области; полигоны твердых бытовых отходов; биоразнообразие; водная фауна.

This article about the problem of degradation of small rivers Moscow region and provides information about biological diversity of aquatic invertebrates in Chechera river.

Keywords: small rivers of Moscow region; landfills; biodiversity; aquatic fauna.



Рис. 1. Схема станций отбора качественных проб макробеспозвоночных р. Чечёра.

Материалы и методы. Пробы отбирались с мая по июль включительно 2014 г. Отлов зообентоса производился с применением общепринятых гидробиологических методов (Чертопруд, Чертопруд, 2003).

Результаты и их обсуждение. Обследование в мае–июле 2014 г. позволило выявить следующие виды беспозвоночных, составляющих структуру видового разнообразия р. Чечера, представленных в таблице 1.

Из таблицы видно, что на ст. 1 наблюдается наибольшее число обнаруженных таксонов. По-нашему мнению, данный факт можно объяснить богатством и разнообразием гидробиотопов и гидробиоценозов, а так

Чечера — является правым притоком р. Пехорка, длина около 7 км, из которых 2.5 км протекает в закрытом русле. Исток открытого русла малого водотока, протекающего в окрестностях крупного полигона твердых бытовых отходов, начинается в Салтыковском микрорайоне г. Балашихи Московской области, устье — при впадении в р. Пехорка, вблизи д. Фенино. В долине р. Чечеры находятся пруды Серебряный, Желтый, Тарелочкин, являющиеся объектами природного исторически-культурного наследия, начиная с VII века. Исследование фауны беспозвоночных животных р. Чечера в ходе биологического мониторинга малых водотоков, имеющих на территории своего водосбора крупные полигоны твердых бытовых отходов, проходило параллельно с обследованием р. Пехорка. Станции отбора проб макробеспозвоночных водной фауны р. Чечеры представлены на рисунке 1.

же наличием придаточного водоема — Тарелочкиного пруда, с которого может происходить дрейф и миграция макробеспозвоночных, к примеру представителей отряда Odonata.

Таблица 1. Список донных и зарослевых беспозвоночных, обнаруженных в гидробиоценозах и гидробиотопах р. Чечера за весенне-летний период (май–июль) 2014 г.

Беспозвоночные организмы	Станция 1	Станция 2	Станция 3
Класс Насекомые (Insecta)			
Отряд Ephemeroptera (Поденки)			
Семейство: Baetidae	+	+	—
Отряд Tychoptera (Ручейники)			
<i>Plectrocnemia conspersa</i> (?)	+	—	—
Отряд Odonata (Стрекозы)			
<i>Aeschna cyanea</i> Muell	+	—	+
<i>Symptetrus flaveolum</i> L.	+	—	+
<i>Calopteryx virgo</i> L.	+	+	—
<i>Anax imperator</i> Leach	+	—	—
Отряд Coleoptera (Жуки, Жесткокрылые)			
Сем. Dytiscidae	+	—	+
Класс Брюхоногие моллюски (Gastropoda)			
<i>Limnaea ovata</i>	+	+	—
<i>Limnaea autikularia</i>	+	—	—
<i>Limnaea stagnalis</i>	+	—	+
<i>Planorbis carinatus</i>	+	—	—
Класс Двустворчатые моллюски (Bivalvia)			
<i>Unio pictorum</i>	+	—	+
<i>Sphaerium</i>	+	+	—
Класс Ракообразные (Crustacea)			
<i>Gammarus</i> sp.	+	—	—

В целом, р. Чечёра в своем открытом русле от истока, начинающегося из Тарелочкиного пруда, до устья и впадения в р. Пехорка, в районе п. Фенино, имеет хороший потенциал развития биологического разнообразия. Таким образом, р. Чечёра может являться биологическим резерватом для гидробиоценозов и гидробиотопов р. Пехорка, находящихся в нижнем течении после таких антропогенных объектов как полигон твердых бытовых отходов, обойной фабрики, кирпичного завода и т.д.

Список литературы

Чертопруд М.В., Чертопруд Е.С. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра Европейской России. 2003. 184 с.

УДК 556.55:504.4

ДЕТЕРМИНИРОВАНО-СТОХАСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛИРУЮЩАЯ СИСТЕМА «ПОГОДА - СТОК - БИОГЕННАЯ НАГРУЗКА» (НА ПРИМЕРЕ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ БАССЕЙНА ФИНСКОГО ЗАЛИВА)

С. А. Кондратьев, М. В. Шмакова

ИНОЗ РАН, 196105, СПб, ул. Севастьянова, 9, kondratyev@limno.org.ru, m-shmakova@yandex.ru

В данной работе представлены результаты ДС моделирования биогенной нагрузки на малые водотоки бассейна Финского залива и на частный водосбор Финского залива. ДС моделирование основано на использовании гидрологической модели, модели биогенной нагрузки и стохастической модели погоды, которая обеспечивает метеорологическими рядами гидрологическую модель.

Ключевые слова: малые реки, биогенная нагрузка, детерминировано-стохастическое моделирование.

This paper presents the results of determined-stochastic modeling of nutrient load on small rivers of the Gulf of Finland and the private catchment Gulf of Finland. DC modeling is based on the use of hydrological model, nutrient load model and stochastic model of the weather, which provides meteorological series hydrological model.

Keywords: small rivers, nutrient load, determined-stochastic modeling.

Финский залив — одна из наиболее загрязнённых акваторий Балтийского моря. В ноябре 2007 г. на сессии Хельсинкской комиссии ХЕЛКОМ принят План действий по Балтийскому морю (ПДБМ) (Eutrophication ..., 2009), который после доработки должен представлять собой долгосрочную стратегию оздоровления Балтийского моря. Одно из важнейших направлений ПДБМ — разработка мероприятий по снижению поступления в морскую экосистему общего фосфора $P_{\text{общ}}$ и общего азота $N_{\text{общ}}$, приводящих к нежелательному эвтрофированию.

Особое внимание должно уделяться территориям, сток и вынос примесей с которых попадает непосредственно в Финский залив. Нагрузка, сформированная на указанной территории (частном водосборе), которая в настоящее время не контролируется системой мониторинга Росгидромета, должна быть тщательно изучена и оценена количественно.

Малые водотоки бассейна Финского залива. Рассматриваемая водосборная площадь, не контролируемая системой мониторинга Росгидромета, может быть условно разделена на северное и южное побережья Фин-

ского залива. Протяжённость северного побережья от границы с Финляндией до Санкт-Петербурга составляет около 132 км, общая водосборная площадь — 5262 км².

На территории водосбора северного побережья в 2013 г. обследовано 8 водотоков: реки Песчаная, Великая, Чулковка, Полевая, Дрёма, Матросовка, Гороховка и Чёрная. Все водосборы северного побережья расположены в пределах Балтийского кристаллического щита и вытянуты в направлении Выборгского и Финского заливов. Абсолютные отметки местности в Балтийской системе (БС) изменяются от 0 (устьевые участки рек) до 110 м. Залесённость водосбора составляет в среднем 62%, а сельскохозяйственные угодья — около 4% общей площади.

Протяжённость южного побережья от Санкт-Петербурга до устья р. Луги — около 118 км, общая водосборная площадь — 3903 км². На территории южного побережья в 2013 г. обследовано 9 водотоков: реки Стрелка, Шингарка, Караста, Чёрная, Лебяжья, Коваши, Воронка, Систа и Хаболовка. Реки района берут своё начало на Ижорской возвышенности, абсолютные отметки местности изменяются от 0 до 160 м. Залесённость водосбора составляет в среднем 55% от общей площади, сельскохозяйственные угодья занимают 12%.

Анализ результатов натурных измерений показывает, что в период зимней межени на северном побережье Финского залива расходы воды изучаемых водотоков изменялись от 0.04 до 7.5 м³·с⁻¹, на южном побережье — от 0.5 до 9.6 м³·с⁻¹. На севере расходы воды, измеренные в период весеннего половодья, в среднем в 19 раз превышают расходы зимней межени. В период летней межени расходы воды на севере изменялись от 0.07 до 2.2 м³·с⁻¹, на юге — от 0.02 до 5.2 м³·с⁻¹. Расходы летней межени в среднем в 34 раза меньше расходов в период половодья. Расходы воды, измеренные в осенний период, практически не отличаются от расходов летней межени, что связано с отсутствием дождей как летом, так и в сентябре 2013 г.

На реках северного побережья Финского залива в период зимней межени концентрация общего фосфора изменялась незначительно и составляла в среднем 0.07 мг·дм⁻³. В весенний период прослеживалось некоторое уменьшение концентрации фосфора, по всей видимости, в силу увеличения водности. Максимальные концентрации фосфора здесь наблюдались в летне-осенний период (до 25 мг·дм⁻³). В сентябре средняя концентрация фосфора на рассматриваемых реках составляла 0.13 мг·дм⁻³. На реках южного побережья залива в период зимней межени концентрации фосфора изменялись от 0.05 до 0.15 мг·дм⁻³. Значения весенних концентраций фосфора здесь несущественно отличались от зимних. В летне-осенний период отмечался рост содержания Р_{общ} в водах изучаемых водотоков. Наибольшие значения концентраций имели место в реках Систа, Воронка и Стрелка (до 17–27 мг·дм⁻³). Средняя концентрация Р_{общ} в осенний период составила 0.12 мг·дм⁻³.

Интерполяция и экстраполяция значений измеренных расходов воды и концентрации Р_{общ} позволили приближённо оценить фосфорную нагрузку на Финский залив, сформированную на водосборах изученных малых притоков в 2013 г., в 132.7 т Р·год⁻¹.

Результаты моделирования и общая оценка фосфорной нагрузки с частного водосбора. Для оценки фосфорной нагрузки на Финский залив, сформированной на площади, неохваченной измерениями, проведены необходимые расчёты с использованием математической модели формирования биогенной нагрузки ILLM (Institute of Limnology Load Model) (Кондратьев, 2007). Модель предназначена для решения задач, связанных с количественной оценкой биогенной нагрузки, сформированной точечными и рассредоточенными источниками загрязнения, и прогнозом её изменения под влиянием возможных антропогенных и климатических факторов. Модель учитывает вклад точечных и рассредоточенных источников в формирование биогенной нагрузки на водосбор, позволяет рассчитывать вынос примесей с водосбора с учётом влияния гидрологических факторов и удержания биогенных веществ водосбором и гидрографической сетью. Итогом моделирования является количественная оценка биогенной нагрузки на водоём со стороны водосбора и отдельных его составляющих.

Обеспечение модели исходными данными, необходимыми для выполнения расчётов, проводилось с использованием имеющейся геоинформационной системы, форм статистической отчётности 2-ТП Водхоз, информации с сайта Федеральной службы государственной статистики (<http://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst58/DBInet.cgi>), а также значений параметров, полученных в предыдущих исследованиях. Расчёты выполнялись для среднего многолетнего стока в 300 мм·год⁻¹. Модель была откалибрована по данным натурных наблюдений на исследуемых водотоках в 2013 г., результаты которых приведены в таблице 1 отдельно для северной и южной частей водосбора. В таблице 1 представлена оценка фосфорной нагрузки на Финский залив с российского частного водосбора, сформированной на изученных в 2013 г. реках, на неизученной территории, а также в результате прямых сбросов сточных вод точечными источниками. В рассматриваемом случае можно приближённо оценить современную нагрузку Р_{общ}, сформированную на водосборах изученных малых притоков, в 132 т·год⁻¹, что полностью соответствует наблюдаемым значениям. В целом, нагрузка на частный водосбор Финского залива по результатам моделирования составила 363 т·год⁻¹.

Оценка возможного изменения фосфорной нагрузки на залив в результате будущих климатических изменений на основе детерминированно-стохастического моделирования. К сожалению, при решении задач, связанных с моделированием стока и биогенной нагрузки на водные объекты, одной из основных проблем, ограничивающих возможности калибровки и верификации модели и снижающих достоверность расчётов, является недостаток данных натурных наблюдений. В то же время для решения широкого круга прикладных задач, связанных с возможными изменениями стока и биогенной нагрузки под действием климатических и антропогенных факторов, требуется оценка не только средних значений искомых величин, но и параметров функций их распределения. Средством решения такого рода задач могут служить детерминированно-стохастические

(ДС) модели, включающие блок генерирования продолжительных рядов метеорологических элементов (стохастическую модель погоды — СМП) в качестве входа в последующие детерминированные блоки модели.

Таблица 1. Приближённая оценка фосфорной нагрузки (т·год⁻¹) на Финский залив с российской территории частного водосбора

	Северное побережье	Южное побережье	Сумма
Изученная территория	58.3	74.4	132.7
Неизученная территория	104.2	48.1	152.3
Вынос с водосбора	162.5	122.5	285.0
Прямые сбросы сточных вод в залив	28.0	50.0	78.0
Общая нагрузка	190.5	172.5	363.0

Кроме генератора рядов метеозлементов в виде стохастической модели погоды, построенная ДС-модель включает гидрологическую модель формирования стока с водосбора и модель биогенной нагрузки. В рамках ДС-моделирования решаются следующие задачи:

- оценка параметров СМП для наблюдаемых рядов метеорологических элементов (среднесуточная температура воздуха, суточные слоёв осадков);
- имитационное моделирование рядов метеорологических элементов продолжительной длины;
- пересчёт суточных значений метеорологических элементов в среднемесячные значения;
- моделирование месячных и годовых слоёв стока по гидрологической модели, прошедшей верификацию в изучаемом регионе;
- моделирование годовых значений нагрузки по модели биогенной нагрузки, прошедшей верификацию в изучаемом регионе;
- оценка параметров распределения годовых значений стока и биогенной нагрузки (среднего значения, среднего квадратичного отклонения и значений различной обеспеченности превышения).

Итогом ДС-моделирования в данном случае является набор кривых распределения годовых значений стока и биогенной нагрузки для изучаемого объекта.

Стохастическая модель погоды — СМП. Для оценки возможных изменений параметров распределения гидрологических характеристик разработана и практически реализована стохастическая модель погоды (Шмакова, 2000). Модель служит основой для ДС-моделирования характеристик стока, обеспечивая поток метеорологической информации на вход различных математических моделей формирования стока. При моделировании применяется гипотеза о функционально-нормальном законе распределения метеорологических величин, которая позволяет использовать хорошо разработанный для нормального закона распределения корреляционный аппарат. При разработке алгоритмов модели также использовалась гипотеза стационарности случайных процессов и однородности и изотропности случайных полей. Моделирование метеорологических элементов осуществляется для назначенных на водосборе расчётных точек или для метеорологических станций. В случае несовпадения расчётных точек с метеостанциями параметры СМП интерполируются по данным соседних метеостанций в расчётные точки.

Модель формирования стока ИЛНМ. Гидрологическая модель формирования стока с водосбора ИЛНМ (Institute of Limnology Hydrological Model) разработана в Институте озераведения РАН (Кондратьев, 2007; Кондратьев, Шмакова, 2005) и предназначена для расчётов гидрографов талого и дождевого стока с водосбора, а также уровня воды в водоёме. Модель имеет концептуальную основу и описывает процессы снегонакопления и снеготаяния, испарения и увлажнения почв зоны аэрации, формирования стока, а также регулирования стока водоёмами в пределах однородного водосбора, характеристики которого принимаются постоянными для всей его площади. Модель может работать как с месячным шагом по времени, так и с годовым. В процессе моделирования водосбор представляется в виде однородной имитирующей ёмкости, накапливающей поступающую воду и затем постепенно её отдающей. Также предусмотрен расчёт глубины водоёма, принимающего сток с водосбора, в результате решения уравнения водного баланса в предположении равенства значений испарения с водной поверхности и испаряемости.

ДС моделирование стока и биогенной нагрузки. В рамках настоящего исследования построенная ДС-модель использована для решения задачи оценки возможного изменения стока и выноса фосфора с российского частного водосбора Финского залива в результате реализации различных сценариев изменений климата. Региональные изменения климата в Балтийском регионе в XXI в. представлены как "вырезка" региона из глобального прогноза, полученного по моделям общей циркуляции атмосферы и океана (Карлин, 2010). Прогностический период охватывает 2009–2099 гг. Вырезка из глобальных решений осуществляется для расчётов по сценариям А2 (максимальная эмиссия CO₂ в атмосферу) и В1 (минимальная эмиссия CO₂ в атмосферу). Расчёты выполнялись по немецкой модели ECHAM5/MPI-OM, результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2. Прогноз изменений температуры воздуха и осадков в Балтийском регионе к 2099 г.

Модель, сценарий	Рост средней годовой температуры за 100 лет, °С	Рост средних годовых осадков за 100 лет, мм·сут ⁻¹
ЕCHAM A2	6.0	0.39
ЕCHAM B1	4.2	0.05

По заданным характеристикам климатических сценариев с использованием СМП генерировались ряды температуры воздуха и осадков продолжительностью 100 лет, после чего расчёты выполнялись в порядке, из-

ложенном выше. Полученные результаты представлены на рисунке 1 в виде функций распределения фосфорной нагрузки на Финский залив, рассчитанных для современных условий и в предположении о реализации рассмотренных климатических сценариев.

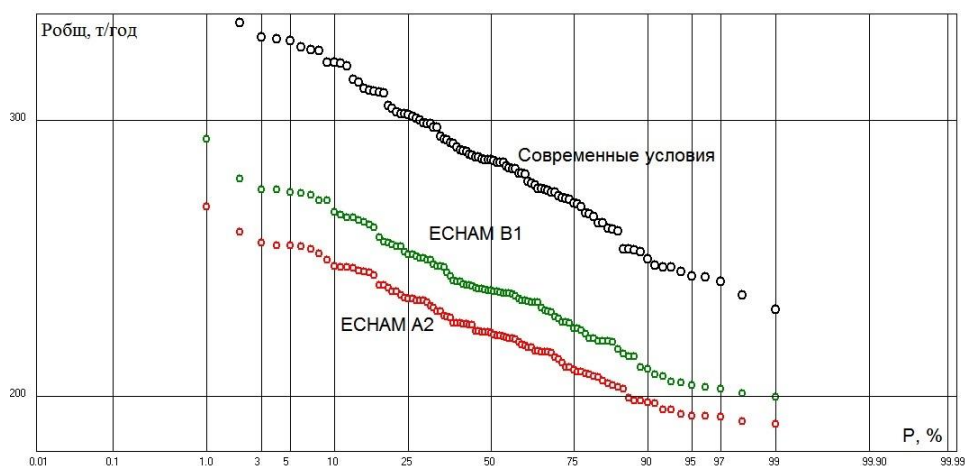


Рис. 1. Функции распределения значений фосфорной нагрузки на Финский залив с российского водосбора в современных условиях и в предположении о реализации климатических сценариев ЕСНАМ А2 и ЕСНАМ В1.

Количественная оценка средних значений, средних квадратичных отклонений и значений различной обеспеченности стока, фосфорной нагрузки на Финский залив и её природной составляющей приведена в таблице 3. Как показали результаты расчётов, реализация рассмотренных климатических сценариев может привести к существенному снижению стока с водосбора Финского залива — на 47% для ЕСНАМ А2 и 35% для ЕСНАМ В1 по отношению к современному уровню. Снижение фосфорной нагрузки не столь значительно — на 22% для ЕСНАМ А2 и 16% для ЕСНАМ В1. Объяснением может служить тот факт, что не все источники нагрузки зависят от стока.

Таблица 3. Средние значения ($X_{ср}$), средние квадратические отклонения (s) и значения различной обеспеченности ($X\%$) стока и фосфорной нагрузки на Финский залив с российского частного водосбора

Показатель	$X_{ср}$	S	$X_{1\%}$	$X_{5\%}$	$X_{25\%}$	$X_{75\%}$	$X_{95\%}$	$X_{99\%}$
Настоящее время								
Сток, мм·год ⁻¹	304	57.5	438	399	343	265	209	170
Нагрузка, т Р·год ⁻¹	285	25.1	343	326	302	268	244	227
Природная нагрузка, т Р·год ⁻¹	84.2	13.2	115	106	93	75	62	53
ЕСНАМ А2								
Сток, мм·год ⁻¹	161	41.9	259	230	189	133	92	63
Нагрузка, т Р·год ⁻¹	223	18.3	266	253	235	211	193	180
Природная нагрузка, т Р·год ⁻¹	51.5	9.61	74	67	58	45	36	29
ЕСНАМ В1								
Сток, мм·год ⁻¹	197	46.7	306	274	228	166	120	88.2
Нагрузка, т Р·год ⁻¹	239	20.4	286	272	252	225	205	191
Природная нагрузка, т Р·год ⁻¹	59.8	10.7	85	77	67	53	42	35

Выводы. Основные результаты данного исследования заключаются в следующем. Во-первых, выполненные в 2013 г. полевые исследования и результаты математического моделирования позволили приблизительно оценить современную фосфорную нагрузку на Финский залив с российского частного водосбора в 363 т·год⁻¹. Нагрузка с изученной территории (по данным измерений) составила 132.7 т Р·год⁻¹, нагрузка с неизученной территории (по результатам моделирования) — 152.3 т Р·год⁻¹, нагрузка от прямых сбросов сточных вод в залив (по данным 2-ТП Водхоз) — 78 т Р·год⁻¹. Во-вторых, построена детерминированно-стохастическая модель стока и биогенной нагрузки, которая позволила оценить последствия реализации двух климатических сценариев ЕСНАМ А2 и ЕСНАМ В1. Как показали результаты расчётов, развитие ситуации по рассмотренным климатическим сценариям может привести к снижению стока с водосбора Финского залива на 47% (ЕСНАМ А2) и 35% (ЕСНАМ В1) по отношению к современному уровню. Снижение фосфорной нагрузки не столь значительно — на 22% (ЕСНАМ А2) и 16% (ЕСНАМ В1).

Результаты исследования вносят вклад в выполнение международного проекта "Год Финского Залива – 2014".

Список литературы

- Карлин Л.Н. Прогностические оценки влияния изменения климата на экологическое состояние. Отчёт по проекту РФФИ № 09-05-13553, 2010.
- Кондратьев С.А. Формирование внешней нагрузки на водоемы: проблемы моделирования. СПб.: Наука, 2007. 255 с.
- Кондратьев С.А., Шмакова М.В. Изучение формирования стока с речных водосборов методами математического моделирования (на примере бассейна Ладожского озера) // Тр. XII съезда РГО. СПб.: Наука, 2005. Т. 6. С. 99–104.

Шмакова М.В. Стохастическая Модель Погоды в системе детерминировано-стохастического моделирования характеристик стока: Автореф. дис. на соиск. уч. степ. к.т.н.: Спец. 11.00.07 / Гос. гидрол. ин-т. СПб., 2000. 25 с.
Guidelines for the compilation of waterborne pollution to the Baltic Sea (PLC-water). HELCOM Publ., Helsinki, Finland, 2005, 80 p.

УДК 591.524.12 (282.247.133.5)

ПЛАНКТОННАЯ ФАУНА НЕКОТОРЫХ ПРИТОКОВ РЕКИ СЫСОЛА (РЕСПУБЛИКА КОМИ)

О. Н. Кононова, М. А. Батурина

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук,
г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28, e-mail: kon@ib.komisc.ru, baturina@ib.komisc.ru

Исследован зоопланктон девяти малых притоков р. Сысола (бассейн р. Вычегда). Планктонная фауна рек представлена 101 видом и формой. По количеству видов доминировали коловратки. Водотоки отличались высоким своеобразием состава планктонных организмов. В реках, не затронутых антропогенным влиянием, зоопланктон состоит из типичных для малых водотоков исследуемого региона видов. В притоках, русло которых было зарегулировано, отмечены эвпланктонные виды, не характерные для малых рек. В водотоках с богатой водной растительностью широкое распространение получили фитофильные виды.

Ключевые слова: зоопланктон, малые реки.

Zooplankton of the nine small tributaries of the river of Sysola (the basin of the Vychegda River) was investigated. In the planktonic fauna of the rivers 101 species and forms were revealed. Rotifera was abundant group at the species number. The tributaries were characterized high distinction of the structure of planktonic organisms. In the rivers which haven't been affected by anthropogenic influence, zooplankton was consisted of typical species for small rivers of the investigated region. In the tributaries, which stream was regulated, evplanktonic species which untypical for the small rivers were found. In the tributaries with rich water vegetation many phytophilous species of zooplankton were registered.

Keywords: zooplankton, small river.

Изучение небольших водотоков важно, как для понимания процессов, происходящих на водосборах крупных и средних рек, так и выявления негативных факторов, оказывающих воздействие на их гидрологический и гидробиологический режимы. Большое влияние на малые реки оказывают не только интенсивная эксплуатация природных ресурсов (вырубка леса, бесконтрольная распашка пойм и пр.), но и изменения климата. Известно, что уровень воды в руслах этих водоемов быстро реагирует на изменение климатических условий, так как зависит, прежде всего, от притока воды в данный момент времени (Лопух, Якушко, 2011). В результате может происходить нарушение определенного чередования меженных и паводковых периодов водотоков, что приводит либо к количественному истощению фауны, при чрезмерно резких паводках, либо к гиперэвтрофикации вод, при длительной межени (Богатов, 2008). В регионах, где почвы промерзают на значительную глубину, ранее таяние снега и поверхностный сток в реки могут повлечь за собой значительные наводнения в период половодья (Шишлов, 2009), что так же будет оказывать негативное влияние на развитие планктонной фауны.

Река Сысола, общей протяженностью 487 км (Атлас по климату и гидрологии ..., 1997) расположена в подзоне средней тайги и насчитывает порядка 200 притоков, которые, как и сам водоток, крайне мало изучены в гидробиологическом плане. Единственные исследования зоопланктона одного из малых притоков были проведены в начале 80-х гг. прошлого века. В связи с чем, с 2005 г. по настоящее время мы проводим гидробиологические исследования фауны и флоры малых рек нашего региона, в том числе и в бассейне р. Сысола.

Целью настоящей работы было установить и выявить особенности видового состава зоопланктона малых притоков р. Сысола.

Для этого, с июня 2005 г. по июль 2013 г. были исследованы девять притоков р. Сысола первого и второго порядков (см. таблица). Сбор и обработку полевого материала выполняли принятыми в гидробиологии методами (Киселев, 1969). Водотоки бассейна р. Сысола имеют смешанное питание с преобладанием снегового. По химическому составу воды рек характеризуются гидрокарбонатно-кальциевым составом и высоким содержанием органических веществ и соединений железа. Активная реакция вод близка к нейтральной (Атлас Республики Коми, 2001).

В результате проведенных исследований в малых притоках р. Сысола было выявлено 79 видов и 2 подвида планктонных организмов, относящихся к 54 родам и 30 семействам, 13 таксонов не были определены до видового статуса в связи с их редкостью и сложностью определения. Наиболее разнообразны в фауне были коловратки — 54 вида и формы, среди которых преобладали рода *Euchlanis*, *Trichocerca*, *Keratella*, *Notholca* и *Lecane*. Основу фауны веслоногих раков составляли циклопиды. Среди калянид был отмечен только *Eudiaptomus gracilis* (Sars) в весенних пробах в р. Кылым-Ю. Ветвистоусые раки были представлены в основном видами семейства Chydoridae, среди которых отмечены редкие для водоемов бассейна р. Вычегда — *Monospilus dispar* Sars (в р. Юил) и *Picrpleuroxus striatus* Schoedler (в р. Кылым-Ю).

Были обнаружены новые для бассейна р. Вычегда вид — *Lecane* (s. str.) *tudicola* Harring et Myers в р. Кылым-Ю и подвиды: *Notholca acuminata extensa* Olofsson — в р. Дендель и *N. squamula frigida* Jaschnov — в р. Важелью. Интересны находки *Lecane* (s. str.) *ludwigii* (Eckstein) в р. Нювчим, ранее этот вид в бассейне р. Вычегда находили только в бессточном безымянном озере, расположенном в пойме р. Сысола, минерализация в котором изменялась от 105 мг/дм³ весной до 717 мг/дм³ — осенью; и *Keratella valga brehmi* (Klausener) в

р. Важелью, единичные экземпляры которой ранее были отмечены только в пойменном оз. Ёля-ты, соединенным протокой с р. Сысола.

В целом количество видов и форм зоопланктона в реках варьировало от двух в рр. Сопью и Поинга, до 66 — в р. Кылым-Ю (рис. 1). Разница в видовом разнообразии планктонной фауны рек может быть связана как с их гидрологическим режимом, так и со сроками отбора проб. Подавляющее число видов образовывали коловратки, составляя от 40 до 100% зоопланктона водотоков (рис. 1). Основу видового разнообразия коловраток формировали виды, характерные для небольших текучих водотоков с замедленным течением родов *Lecane*, *Trichotria*, *Euchlanis*, *Keratella*, *Notholca*, *Trichocerca*, *Testudinella* и *Bdelloida*. Подавляющее большинство ветвистоусых раков составляли хидориды, способные обитать в широком спектре экологических условий. На долю веслоногих раков приходилось не более 25% видового разнообразия рек. Среди них преобладали представители рода *Eucyclops*, факультативные хищники, добывающие пищу с поверхности субстрата, что позволяет им находить для себя благоприятные условия в самых разнообразных биотопах.

Таблица. Гидрографическая характеристика исследованных малых притоков р. Сысола и даты отбора гидробиологических проб

Водоток	Длина (км)*	Впадает в*	Даты отбора проб (месяц, год)
Тыбь-Ю	73	р. Сысола в 232 км от устья	08.2008
Поинга	82	р. Сысола в 120 км от устья	05.2010
Нювчим	31	р. Сысола в 70 км от устья	08.2012; 07.2013
Дендель	15	р. Нювчим в 10 км от устья	07.2013
Сопь-Ю	20	р. Сысола в 65 км от устья	04.2012
Кылым-Ю	36	р. Сысола в 40 км от устья	06-08.2006; 05.2007; 05,07-08.2009; 07.2011; 04.2012
Тыла-Ю	20	р. Сысола в 31 км от устья	07.2011; 04.2012
Юил	23	р. Кылым-Ю в 36 км от устья	07.2005
Важель-Ю	23	р. Сысола в 30 км от устья	06-07.2005; 05-08.2006

Примечание: «*» — по данным Государственного водного реестра.

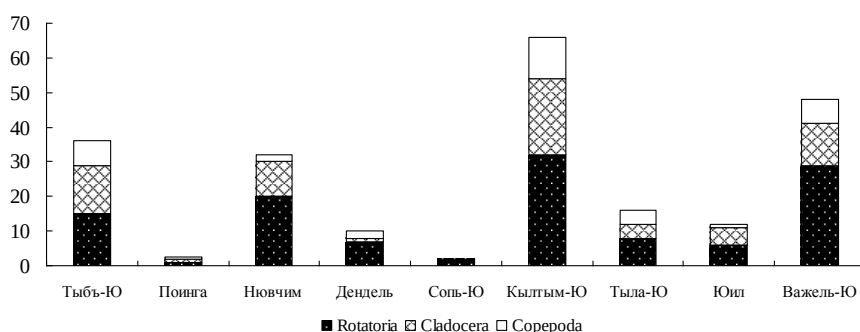


Рис. 1. Распределение видового состава зоопланктона в исследованных малых притоках р. Сысола.

Проведенный нами кластерный анализ разделил исследованные водотоки на четыре группы (рис. 2).

Все реки, которые вошли в I кластер отличаются низким видовым разнообразием. Планктонные сообщества в них представлены обычными для небольших водотоков нашего региона видами, за исключением р. Дендель, в которой наряду с ними были обнаружены *Monommata* sp. и *N. a. extensa*.

В II и III кластеры вошли реки, подверженные антропогенному влиянию. На участках, расположенных до зон антропогенного влияния эти водотоки представляют собой типичные малые реки.

На р. Нювчим, в зоне слияния с р. Дендель образовано Нювчимское водохранилище, площадью 1.7 км². В результате в водоток через паводковый водосброс водохранилища попадают виды, не характерные для водотоков бассейна р. Вычегда, такие как: *Limnosida frontosa* Sars, *Diaphanosoma brachyurum* sf, *Daphnia* sp., *Leptodora kindtii* (Focke), *Polyarthra euryptera* Wierzejski, *Brachionus quadridentatus* Hermann, *Keratella cochlearis* (Gosse). Большинство из них — обитатели пелагиали озера и водохранилища, значительная доля которых, попадая в реку, погибает. Тем не менее, часть видов к настоящему времени распространились по всему продольному профилю реки, а *P. euryptera* вошла в состав доминирующих комплексов зоопланктона, что свидетельствует о весьма успешном заселении водотока этим видом. Только здесь были найдены *L. frontosa*, *D. brachyurum*, *Daphnia* sp., *L. kindtii*, *Trichocerca* (s. str.) *rattus* (Müller), *Postclausa hyptopus* (Ehrenberg), *P. euryptera*, *L.* (s. str.) *ludwigii*, *B. quadridentatus*, *K. cochlearis*.

Русло р. Тыбь-Ю в нижнем течении было зарегулировано в 1950-е гг. В начале 1990-х гг., в связи с разрушением водосброса, водохранилище было спущено. К настоящему времени гидрологический режим водотока практически восстановлен. Однако из-за сохранившегося земляного вала в весенний период паводковые воды заливают обширную территорию. В сообществе планктонных животных на этом участке реки, благодаря наличию здесь стариц и рукавов с замедленным течением и хорошо развитыми водными макрофитами, широко распространены озерно-прудовые фитофильные виды. Однако доминантный комплекс зоопланктона уже образуют виды, более характерные для рек бассейна р. Сысола не подверженных антропогенному воздействию, что

позволяет нам говорить о постепенном самовосстановлении водотока. Только в этом притоке были обнаружены *Cryptocyclops bicolor* Sars, *Ilyocryptus agilis* Kurz, *T. (Diurella) porcellus* (Gosse).

Трансформация планктонных сообществ р. Важелью произошла вследствие влияния сточных вод птицефабрики, расположенной в ее среднем течении. Вследствие хронического воздействия стоков, богатых органическими веществами в русле реки постепенно накапливался ил, что, в свою очередь, способствовало массовому развитию в планктонном сообществе реки вторичных фильтраторов, которые отсутствуют в верхнем течении и крайне редки в нижнем. Только здесь найдены *Polyphemus pediculus* (Linnaeus), *Synchaeta pectinata* Ehrenberg, *Itura viridis* (Stenozoos), *Epiphanes* sp., *Proales daphnicola* Thompson, *Mytilina mucronata* (Müller), *Euchlanis deflexa* larga Kutikova, *K. cochlearis tecta* (Gosse), *K. valga brehmi*, *N. s. frigida*.

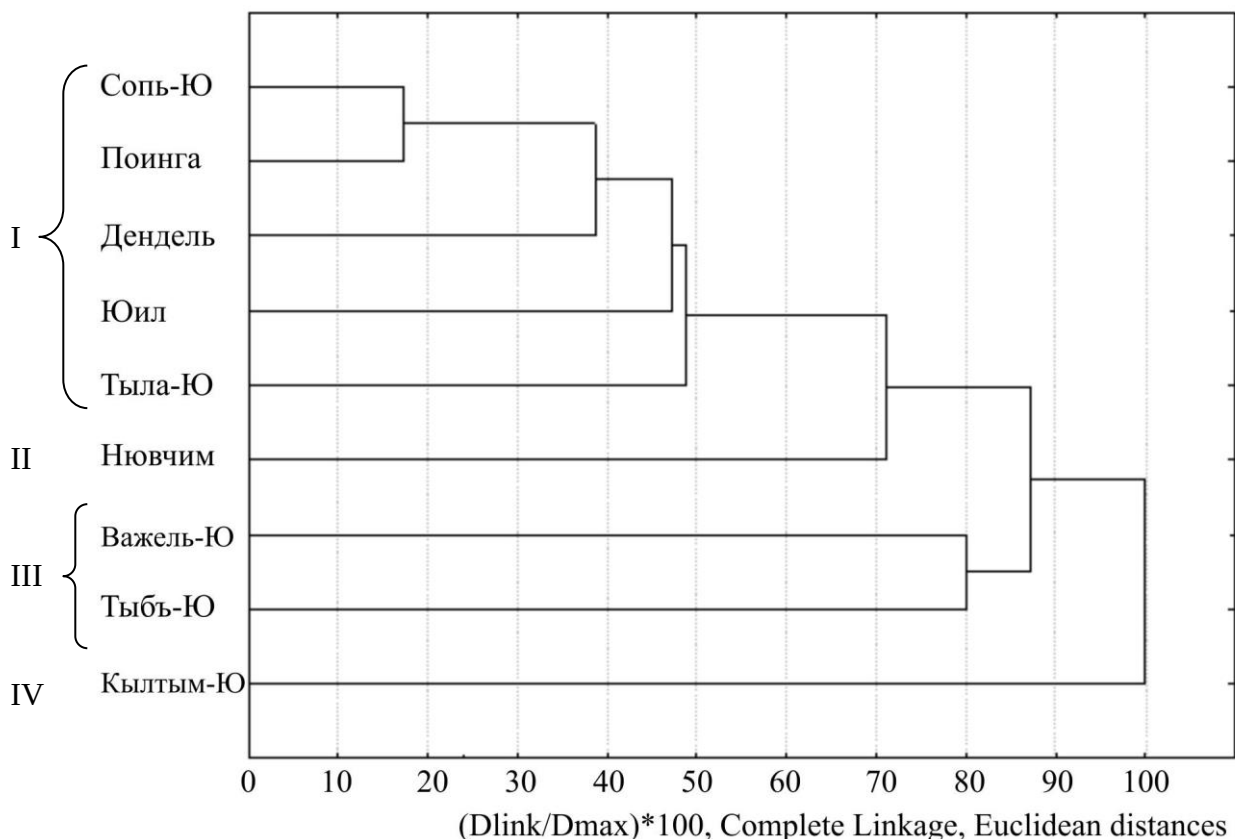


Рис. 2. Дендрограмма различий видового состава планктонных сообществ исследованных притоков р. Сысола.

Река Кылтым-Ю исследована в среднем и нижнем течении. По сравнению с рр. Тыбь-Ю, Важель-Ю и Нювчим явное антропогенное влияние на водоток отсутствует. Основной источник загрязнения — дачные участки, расположенные вдоль берегов. Отличительной чертой русла реки является наличие большого количества погруженных и полупогруженных водных макрофитов, которые занимают практически всю площадь водного зеркала, что особенно выражено в летнюю межень. Замедленное течение и вследствие этого массовое развитие водных растений способствовали развитию в ее водах большого числа фитофильных видов, что и выделяет ее от остальных рек (рис. 2) в отдельный кластер. В сравнении с предыдущими исследованиями в настоящее время произошло обогащение планктонной фауны реки видами родов *Trichocerca* и *Cephalodella*, что возможно связано с все более увеличивающимся зарастанием водотока, а также видами родов *Synchaeta* и *Polyarthra*, эвпланктонные представители которых вероятно получили широкое распространение в ее водах благодаря наличию многочисленных заводей, образованных водными макрофитами. Только здесь мы обнаружили *Metacyclops minutus* (Claus), *Microcyclops* sp., *Lathonura rectirostris* (O.F. Müller), *Picripleuroxus striatus*, *Alonella exigua* (Lilljeborg), *Graptoleberis testudinaria* (Fischer), *Notommata copeus* Ehrenberg, *T. (s. str.) capucina* (Wierzejski et Zacharias), *T. (s. str.) cylindrica* (Imhof), *P. major* Burckhardt, *L. (s. str.) tudicola*, *M. ventralis ventralis* (Ehrenberg), *Lepadella* sp., *Eudactylota eudactylota* (Gosse), *Kellicottia longispina* (Kellicott), *N. squamula squamula* (Müller), *Filinia longiseta* (Ehrenberg), *Collotheca* sp.

Таким образом, планктонная фауна притоков р. Сысола насчитывает порядка 100 видов и форм. Найдены новые для бассейна р. Выгедга виды и подвиды планктонных животных. Показано, что зоопланктон рек, не затронутых антропогенным влиянием, представлен обычными для малых водотоков исследуемого региона видами. В реках, русло которых было зарегулировано, отмечены эвпланктонные виды, не характерные для малых водотоков. В притоках с богатой водной растительностью широкое распространение получили фитофильные виды. При условии снижения влияния неблагоприятного фактора или его полного исключения малые водотоки, как и любая природная система, способны к самовосстановлению, которое хотя и происходит гораздо медлен-

нее, чем реакция на негативное воздействие, но, тем не менее, приводит к постепенному улучшению состояния всей гидрологической сети в целом. Проведенные исследования, на примере р. Тыбь-Ю, показали, что небольшие водотоки, расположенные в суровых климатических условиях, и, вследствие чего, более уязвимые, могут с течением времени постепенно возвращаться к своему естественному состоянию. На что указывают происходящие изменения в составе планктонных сообществ этой реки. Следовательно, изучение видового состава зоопланктона, выявление его особенностей в водотоках с различными гидрологическими режимами и типами антропогенного влияния позволяет нам оценить направленность процессов, происходящих в этих экосистемах, определить их состояние и делать прогнозы на будущее.

Список литературы

- Атлас по климату и гидрологии Республики Коми. М.: Дрофа, ДиК, 1997. 116 с.
Атлас Республики Коми. М.: ДиК, 2001. 552 с.
Богатов В.В. Глобальные изменения природной среды в центре внимания пресноводной бентологии // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2008. № 4. С. 166–168.
Государственный водный реестр // сайт: textual.ru
Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. Т. 1. Вводные и общие вопросы планктологии. Л.: Наука, 1969. 658 с.
Лопух П.С., Якушко О.Ф. Общая лимнология. Минск: БГУ, 2011. 340 с.
Фильчаков Л.П., Полищук В.В. Возрождение малых рек. Киев: Урожай, 1989. 184 с.
Шишлов В.И. Организация циклов средообразующих и климатообразующих процессов I. Постановка проблемы // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология. 2008. Т. 4. № 1. С. 370–389.

УДК 574.583 (282.2):581+504.4.064

ФИТОПЛАНКТОН И КАЧЕСТВО ВОД СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. КОСТРОМА И ЕЕ ПРИТОКОВ (КОСТРОМСКАЯ ОБЛАСТЬ, РОССИЯ)

Л. Г. Корнева, В. В. Соловьева, И. В. Митропольская, О. С. Макарова

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанова РАН,
152742, п. Борок, Некоузский район, Ярославская область, e-mail korneva@ibiw.yaroslavl.ru*

Летом и осенью 2009–2013 гг. исследовали фитопланктон р. Кострома и ее притоков Тебза и Корега. Дана оценка соотношения крупных таксономических групп, доминирующих видов, численности, биомассы, видового разнообразия фитопланктона, а также сапробности и качества вод рек.

Ключевые слова: фитопланктон, численность, биомасса, хлорофилл *a*, сапробность, реки, Костромская область.

In summer and autumn 2009–2013 investigated phytoplankton of Kostroma River and its tributaries Tebza and Korega. Estimated ratio of major taxonomic groups, the dominant species, abundance, biomass and species diversity of phytoplankton, saprobity and water quality of rivers.

Keywords: phytoplankton, abundance, biomass, chlorophyll *a*, saprobity, rivers, Kostroma region.

Введение. Современные масштабы антропогенного воздействия приводят к нарушению гидрологического и гидрохимического режимов водоемов и водотоков, усилению круговорота органических и минеральных веществ, что в итоге вызывает изменение качества водных ресурсов. Этому способствуют и современные изменения климата. Малые реки особенно чувствительны к естественным и антропогенным влияниям (Экосистема ..., 2007). Цель работы — оценить современное состояние фитопланктона среднего течения р. Костромы и ее притоков Корега и Тебза, а также качество их вод.

Материалы и методы. Река Кострома — левый приток р. Волги. Длина реки составляет 354 км, площадь бассейна — 16000 км². Река Корега — ее правый приток, протекающий в Буйском районе Костромской области, длиной 62 км и площадью водосборного бассейна 409 км². Река Тебза — левый приток р. Кострома длиной 140 км и площадью бассейна 1160 км². Отбор проб фитопланктона осуществлялся на 12–15-ти станциях, расположенных в среднем течении р. Кострома (выше и ниже г. Буй), на 4-х станциях р. Корега и 1–3-х станциях р. Тебза в июне 2009 г., июле 2010, 2012 гг. и октябре 2011, 2013 гг. из слоя воды 0 м — дно. Концентрацию фитопланктона для его количественного учета осуществляли методом прямой фильтрации воды под давлением последовательно через мембранные фильтры с диаметром пор 5 и 1.2 мкм. Пробы сгущали до объема 5 мл и консервировали раствором Люголя с добавлением формалина и ледяной уксусной кислоты (Методика изучения ..., 1975). Клетки водорослей учитывали в счетной камере «Учинская-2» объемом 0.01 и 0.02 мл. Для определения биомассы использовали обычный счетно-объемный стереометрический метод (Методика исследований ..., 1975), для оценки разнообразия альгоценозов — число таксонов водорослей рангом ниже рода в пробе (удельное богатство) и ценотическое разнообразие (индекс Шеннона) (Песенко, 1982). Сапробность вод определяли по индексу Пантле–Букк в модификации В. Сладечека (Sládeček, 1973). Соотнесение видов к отдельным зонам сапробности проводили по спискам индикаторных организмов В. Сладечека (Sládeček, 1973) с дополнениями Р. Вегла (Wegl, 1983). Оценка качества вод проводилась согласно комплексной экологической классификации качества поверхностных вод суши (Жукинский и др., 1981).

Для определения содержания пигментов фитопланктона пробы воды концентрировали на мембранные фильтры с диаметром пор 5 мкм с предварительно нанесенной подложкой из стеклянного порошка и мела. Пигменты определяли спектрофотометрически в смешанном 90% ацетоновом экстракте (SCOR-UNESCO, 1966; Lorenzen, Jeffrey, 1980).

Результаты и обсуждение. Средняя скорость течения в р. Кострома в период исследования составляла 0.17–0.34 м/с, в р. Корёга — 0.12–0.14 м/с, р. Тебза — 0.1–0.15 м/с. Средняя глубина в р. Кострома варьировала от 0.9 до 1.9 м, в р. Корёга — 0.7–1.4 м, в р. Тебза — 1.0–2.3 м. Прозрачность воды в реках очень сходна и изменялась в р. Кострома от 0.6 до 1.0 м, в р. Корёга — 0.6–1.1 м, в р. Тебза — 0.6–1.0 м.

В составе флоры планктона рек обнаружено 466 видов, разновидностей и форм водорослей, которые были представлены восемью отделами (табл. 1).

Таблица 1. Изменение числа видов, разновидностей и форм водорослей в планктоне рек Кострома, Корёга и Тебза в 2009–2013 гг.

Отделы	Дата					
	5-7 VI 2009 г.	3-4 VII 2010 г.	20 X 2011 г.	25-27 VII 2012 г.	30-31 X 2013 г.	Всего
Cyanoprokaryota	45	45	65	55	11	80
Chrysophyta	9	7	13	6	2	15
Bacillariophyta	40	31	65	53	15	69
Xanthophyta	5	0	0	1	0	5
Cryptophyta	6	6	9	14	5	9
Dinophyta	5	6	2	11	0	11
Euglenophyta	22	25	15	20	4	40
Chlorophyta	127	137	139	149	38	238
Всего	259	257	308	309	75	466

Во все сроки наблюдения наибольшим видовым богатством отличались зеленые, диатомовые водоросли и цианопрокариоты (синезеленые). Альгофлора рек была сформирована в основном космополитами, облигатными обитателями планктона, индифферентами по отношению к солёности и pH воды и β – мезосапробами по отношению к содержанию легкоусвояемого органического вещества.

Самое высокое удельное богатство фитопланктона наблюдалось в р. Кострома, среднее значение которого варьировало от 22±1 до 91±5 таксонов рангом ниже рода в пробе (табл. 2). В притоках Корёга (10±2 – 68±16) и Тебза (15 – 57) этот показатель снижался в 2 раза.

Фитопланктон р. Кострома отличался и наибольшим ценотическим разнообразием (табл. 2), которое в 1.2–1.4 раза уменьшалось в притоках.

Таблица 2. Изменение удельного богатства и ценотического разнообразия фитопланктона рек Кострома, Корёга и Тебза в 2009–2013 гг.

Дата	Удельное богатство			Индекс разнообразия Шеннона		
	Кострома	Корёга	Тебза	Кострома	Корёга	Тебза
5-7 VI 2009 г.	89±3	45±4	30±2	5.03±0.08	4.24±0.22	1.71±0.15
3-4 VII 2010 г.	85±7	68±16	50	4.75±0.14	3.98±0.39	3.18
20 X 2011 г.	91±5	49±1	31	4.52±0.16	3.44±0.33	3.34
25-27 VII 2012 г.	75±5	57±2	57	4.42±0.27	4.01±0.31	4.27
30-31 X 2013 г.	22±1	10±2	15	3.00±0.16	2.14±0.13	2.65

Наиболее высокие значения суммарных численности и биомассы фитопланктона (табл. 3), а также концентрации основного фотосинтетического пигмента хлорофилла «а» (табл. 4) были характерны также для р. Кострома.

Таблица 3. Изменение средней численности и биомассы фитопланктона рек Кострома, Корёга и Тебза в 2009–2013 гг.

Дата	Численность, млн кл./л			Биомасса, г/м³		
	Кострома	Корёга	Тебза	Кострома	Корёга	Тебза
5-7 VI 2009 г.	152±19	1.48±0.46	0.70±0.20	3.21±0.14	0.44±0.08	0.76±0.11
3-4 VII 2010 г.	55±11	26 ±22	0.90	3.57±0.69	2.22±1.26	0.69
20 X 2011 г.	40±5	0.33± 0.08	0.10	1.65±0.15	0.28±0.06	0.22
25-27 VII 2012 г.	397±48	0.75±0.12	0.60	5.78± 0.51	0.48±0.04	0.75
30-31 X 2013 г.	12±3	0.09±0.06	0.07	0.32± 0.06	0.16±0.10	0.01

Соотношение численности и биомассы фитопланктона было постоянно достоверно выше в р. Костроме (табл. 5). Это свидетельствует о том, что планктон р. Кострома был представлен более мелкими видами водорослей. Средняя размерность их клеток значительно увеличивалась в реках Корёга и Тебза на фоне снижения численности, биомассы и содержания хлорофилла.

Таблица 4. Изменение содержания хлорофилла «а» в сестоне и сапробности вод рек Кострома, Корёга и Тебза в 2009–2013 гг.

Дата	Хлорофилл, мкг/л			Сапробность (по биомассе)		
	Кострома	Корёга	Тебза	Кострома	Корёга	Тебза
5-7 VI 2009 г.	16.5±0.7	4.4±1.3	3.1±0.4	1.96±0.01	2.10±0.03	1.87±0.02
3-4 VII 2010 г.	1.6±0.31	0.9 ±0.3	0.4	1.95±0.04	2.27±0.18	1.84
20 X 2011 г.	9.4±1.4	3.0±0.6	3.0	1.97±0.05	2.06±0.08	2.25
25-27 VII 2012 г.	41.3±2.4	7.6±4.1	3.1	1.85±0.04	2.13±0.08	2.13
30-31 X 2013 г.	8.9±1.2	13.0±4.21	3.7	1.97±0.03	1.96±0.05	2.08

Таблица 5. Изменение соотношения численности и биомассы ($\times 10^{-3}$) фитопланктона рек Кострома, Корёга и Тебза в 2009–2013 гг.

Дата	Реки		
	Кострома	Корёга	Тебза
5–7 VI 2009 г.	47±25	3±1	0.9±0.1
3–4 VII 2010 г.	15±1	6±3	9
20 X 2011 г.	23±2	1.2±0.1	0.5
25–27 VII 2012 г.	78±14	1.6±0.3	0.9
30–31 X 2013 г.	34±8	0.65±0.03	7.3

В течение всего периода исследований суммарная численность фитопланктона р. Кострома была сформирована цианопрокариотами (синезелеными водорослями). В р. Корёга численно лидировали зеленые и диатомовые водоросли. В отдельные сроки к ним присоединялись цианопрокариоты и криптофитовые водоросли. Лишь в октябре 2013 г. общая численность фитопланктона определялась фитофлагеллятами: криптофитовыми, зелеными, эвгленовыми и золотистыми водорослями. В р. Тебза основную часть численности фитопланктона составляли цианопрокариоты, диатомовые, зеленые и криптофитовые.

Суммарная биомасса фитопланктона в р. Кострома сформирована в основном цианопрокариотами, диатомовыми и зелеными водорослями (табл. 6), в р. Корёга — диатомовыми, криптофитовыми и зелеными, а в октябре 2013 г. — криптофитовыми, золотистыми и эвгленовыми. В р. Тебза основную часть общей биомассы фитопланктона составляли диатомовые и криптофитовые.

Таблица 6. Доминирующие виды (по биомассе) фитопланктона рек Кострома, Корёга и Тебза в 2009–2013 гг.

Дата	Кострома	Корёга	Тебза
VI 2009 г.	<i>Fragilaria berolinensis</i> (Lemm.) Lange-Bertalot, <i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Sim., <i>Limnithrix redekei</i> (Goor) Meffert, <i>Microcystis flos-aquae</i> (Wittr.) Kirch., <i>Pediastrum boryanum</i> (Turp.) Menegh.	<i>Cryptomonas ovata</i> Ehr., <i>C. marssonii</i> Skuja, <i>Navicula radiosa</i> Kütz., <i>N. tripunctata</i> (O.F. Mül.) Bory, <i>Strombomonas tambobica</i> (Swir.) Defl., <i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grun., <i>Chlamydomonas</i> sp.	<i>Cryptomonas curvata</i> Ehr.
VII 2010 г.	<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) M. Aboal, <i>Fragilaria radians</i> (Kütz.) D.M. Williams et Round, <i>Stephanodiscus hantzschii</i> , <i>Aulacoseira granulata</i> , <i>A. ambigua</i> (Grun.) Sim., <i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz., <i>Anabaena scheremetievi</i> Elenk., <i>Limnithrix redekei</i> , <i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemm.) Kom., <i>Aphanizomenon issatschenkoi</i> (Ussacz.) Prosch.-Lavr.	<i>Fragilaria acus</i> , <i>Cyclotella meneghiniana</i> , <i>Stephanodiscus hantzschii</i> , <i>Limnithrix redekei</i>	<i>Cryptomonas</i> sp., sp.
X 2011 г.	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> , <i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P. Compère, <i>Aulacoseira ambigua</i> , <i>Melosira cf. undulata</i> (Ehr.) Kütz., <i>Scenedesmus spinosus</i> Chodat, <i>Mougeotia</i> sp., <i>Limnithrix redekei</i> ,	<i>Melosira undulata</i> , <i>Fragilaria capucina</i> Desm., <i>Navicula</i> sp., <i>Nitzschia</i> sp., <i>Synura cf. uvella</i> Ehr. em. Korsch.	<i>Melosira</i> cf. <i>undulata</i> , <i>Nitzschia</i> sp., <i>Cymbella</i> sp., <i>Gyrosigma</i> sp.
VII 2012 г.	<i>Microcystis wessenbergii</i> (Kom.) Kom., <i>M. viridis</i> (A. Braun) Lemm., <i>M. aeruginosa</i> (Kütz.) Kütz., <i>Aphanocapsa holsatica</i> (Lemm.) Cronb. et Kom., <i>A. incerta</i> (Lemm.) Cronb. et Kom., <i>Anabaena scheremetievi</i> , <i>Dolichospermum flos-aquae</i> ([Lyngb.] Breb. ex Bornet et Flahault) Wacklin, Hoffmann et Kom., <i>Aphanocapsa planctonica</i> (G.M. Sm.) Kom. et Anagn., <i>Chroococcus limneticus</i> Lemm., <i>Anabaena</i> sp., <i>Aulacoseira ambigua</i>	<i>Diatoma</i> cf. <i>vulgare</i> , <i>Melosira varians</i> Ag., <i>Cyclotella meneghiniana</i> , <i>Cryptomonas marssonii</i> , <i>Cryptomonas</i> sp., <i>Chlamydomonas</i> sp..	<i>Glenodinium</i> sp.

Дата	Кострома	Корега	Тебза
X 2013 г.	<i>Scenedesmus longispina</i> Chodat, <i>S. magnus</i> Meyen, <i>S. denticulatus</i> Lagerh., <i>Mougeotia elegantula</i> Witttr., <i>Mougeotia</i> sp., <i>Cladophora fracta</i> Kütz., <i>Pediastrum boryanum</i> , <i>Coelastrum pseudomicroporum</i> Korsch., <i>Ulnaria ulna</i> , <i>Nitzschia vermicularis</i> (Kütz.) Hantz., <i>Nitzschia</i> sp, <i>Staurosirella leptostauron</i> (Ehr.) D.M. Williams et Round, <i>F. capucina</i> Desm., <i>Navicula</i> sp., <i>Aphanocapsa holsatica</i> , <i>Pseudanabaena limnetica</i> , <i>Microcystis aeruginosa</i> , <i>Cryptomonas marssonii</i>	<i>Staurosirella leptostauron</i> , <i>Nitzschia vermicularis</i> , <i>Cryptomonas marssonii</i> , <i>C. ovata</i> , <i>Euglena gracilis</i> Klebs, <i>Euglena</i> sp., <i>Synura</i> cf. <i>uvella</i>	<i>Nitzschia</i> sp., <i>Navicula</i> sp., <i>Cryptomonas marssonii</i>

Заключение. Таким образом, флора планктона в среднем течении р. Кострома и в ее притоках первого порядка Корега и Тебза сформирована в основном зелеными, диатомовыми водорослями и цианопрокариотами. Фитопланктон р. Кострома характеризовался значительным видовым богатством и разнообразием. Эти показатели значительно снижались (в 1.2–2 раза) в реках Корега и Тебза. Фитопланктон р. Кострома отличался от такового в притоках наибольшими значениями биомассы, численности и содержанием хлорофилла «а» и наименьшими значениями размеров клеток. Суммарная биомасса фитопланктона р. Кострома определялась в основном цианопрокариотами, диатомовыми и зелеными водорослями. В планктоне притоков значительно участие фитофлагеллят.

Согласно трофической классификации вод по величине средней биомассы фитопланктона (Китаев, 1984) р. Кострома можно отнести к мезотрофному, а реки Корега и Тебза — к олиготрофному типу. По концентрации растительных пигментов (Винберг, 1960) р. Кострома характеризуется как водоток эвтрофного, а реки Тебза и Корега — мезотрофного типа.

По показателям фитопланктона (биомасса, хлорофилл «а» и сапробность), использующихся для экологической классификации качества и категорий поверхностных вод суши (Жуковский и др., 1981), воды исследованных участков р. Кострома и ее притоков Корега и Тебза можно отнести к классу удовлетворительной чистоты (3 класс).

Благодарности. Авторы выражают свою глубокую признательность к.б.н. Д.Б. Косолапову и д.б.н. А.В. Крылову за организацию экспедиций и сбор материала.

Список литературы

- Винберг Г.Г. Первичная продукция водоемов. Минск, 1960. 328 с.
- Жуковский В.Н., Оксик О.П., Олейник Г.Н., Кошелева С.И. Принципы и опыт построения экологической классификации качества поверхностных вод суши // Гидробиол. журнал. 1981. Т. 17. № 2. С. 38–50.
- Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. М.: Наука, 1984. 207 с.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 239 с.
- Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 287 с.
- Экосистема малой реки в изменяющихся условиях среды. Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2007. 372 с.
- Lorenzen C.J., Jeffrey S.W. Determination of chlorophyll in seawater // UNESCO Technical Paper in marine Science 35. Paris, 1980. 20 p.
- SCOR-UNESCO Working Group N 17. Determination of photosynthetic pigments in sea water // Monographs on oceanographic methodology. P.: UNESCO, 1966. P. 9–18.
- Sládeček V. System of Water Quality from the Biological Point of View // Arch. Hydrobiol. 1973. Beih. 7. Ergebnisse der Limnologie. H. 7. 218 s.
- Wegl R. Index für die Limnosaprobität // Wasser und Abwasser. 1983. Band 26. 175 s.

УДК 597-153

СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА ПИТАНИЯ РУССКОЙ БЫСТРЯНКИ *ALBURNOIDES ROSSICUS* ВЕРХНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ЧЕПЦЫ НА ТЕРРИТОРИИ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

В. С. Котельникова

Пермское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», 614002, г. Пермь, ул. Чернышевского 3, E-mail: valentina.kotelnikova@list.ru

Изучена суточная динамика питания русской быстрянки *Alburnoides rossicus* р. Чепцы на территории Удмуртской республики. Пищевой спектр русской быстрянки состоит из 64 компонентов, из которых около 9% — водоросли и высшие растения, 86% — беспозвоночные животные, 5% — органические остатки, детрит и неорганические компоненты. Среди насекомых отмечены как бентосные формы, так и наземно-воздушные. Русская быстрянка является типичным полифагом. В целом, в суточной динамике питания русской быстрянки отмечена наименьшая интенсивность в утренние часы (с 4 до 9 часов), в остальное время обнаруживается 1 продолжительный или 2 коротких пика.

Ключевые слова: *Alburnoides rossicus*, суточная динамика питания.

DAILY DYNAMICS OF FEEDING OF RUSSIAN SPIRLIN *ALBURNOIDES ROSSICUS* FROM UPPER CHEPTSA RIVER IN THE UDMURT REPUBLIC

V. S. Kotelnikova

Daily dynamics of feeding of Russian spiralin *Alburnoides rossicus* from Cheptsa River in the Udmurt Republic were studied. The food spectrum of Russian spiralin consisted of 64 components, of which about 9% — algae and higher plants, 86% — invertebrates, 5% — organic residues, detritus and mineral components. Among insects marked as benthic forms, and land-air. Russian spiralin is typical polyphage. In general, the daily dynamics of supply Russian spiralin marked the lowest intensity in the morning (from 4 to 9 pm), the rest of the detected one long or two short of the peak.

Keywords: *Alburnoides rossicus*, daily dynamics of supply.

Введение. Представители рода *Alburnoides* являются важным элементом трофической цепи рек. Кроме того, эти виды успешно используются как индикаторы чистоты водотоков (Raikova-Petrova et al., 2011).

Суточный ритм жизни в известных пределах специфичен для вида, его отдельных популяций, отдельных этапов развития и рыб, находящихся в разном биологическом состоянии. Суточная ритмика питания определяется биологическими особенностями самой рыбы и качеством и поведением пищевых объектов (Никольский, 1966).

Цель данной работы — изучение суточной динамики питания русской быстрянки *A. rossicus* р. Чепцы на территории Удмуртской Республики.

Материал и методика. Сбор гидробиологического и ихтиологического материала осуществляли на р. Чепце 17–18 июля, 15–16 августа и 14–15 сентября 2013 г.

В качестве орудия лова рыбы использовали электролов ЭЛЮР-2. Ихтиологические сборы, используемые для изучения питания фиксировались 4-% формалином.

Сбор рыбы проводился каждый раз идентично в течение 27 часов: через каждые 3 часа в утреннее, дневное и вечернее время и через каждые 2 часа в ночное время, с 9.00 первого дня до 12.00 второго дня — всего по 11 сборов. Всего исследовано содержимое пищеварительных трактов 491 экземпляра русской быстрянки.

Параллельно сбору рыбы, проводили отбор дрифта двумя ловушками, которые одновременно устанавливали на 5 минут. Таким образом, общая экспозиция ловушек составляла 10 минут.

Также отобраны пробы зообентоса в местах непосредственного пребывания быстрянки.

Обработка проб зообентоса выполнена автором, результаты обработки проб дрифта предоставлены И.В. Поздеевым.

Для оценки рациона использовали процент встречаемости компонентов в питании, за 100% принималось общее количество пищеварительных трактов:

≤5.0% — случайный компонент, 5.1–10.0% — второстепенный компонент, ≥10.0 — основной компонент.

Результаты. Пищевой спектр русской быстрянки состоял из 64 компонентов, из которых около 9% видового состава (6 форм) приходилось на растительные объекты, относящиеся к 4-м отделам: Bacillariophyta (Диатомовые водоросли), Chlorophyta (Зеленые водоросли), Charophyta (Харовые водоросли), Magnoliophyta (Покрытосеменные).

Среди животных компонентов было отмечено 55 таксонов, относящихся к 3 классам беспозвоночных: Nematoda (Круглые черви), Arachnida (Паукообразные) и Insecta (Насекомые). Наибольшим разнообразием отличались насекомые, среди которых отмечено 52 таксона из 8 отрядов. Из них к разным стадиям развития амфибиотических насекомых относилось 50 форм, к наземно-воздушным — 2 формы. Наряду с беспозвоночными и растительными объектами часто встречаются детрит (17%) и неорганический компонент в виде песка (15%).

Ведущую роль в питании русской быстрянки р. Чепцы играли зеленые нитчатые водоросли *Ulothrix subtilissima* Rabenhorst, составляя около 26% массы пищевого комка в комплексе с песком и детритом, 20% и 18%, соответственно. Из животных объектов преобладали ручейник *H. ornatula*, формируя 5% массы пищевого комка, а также поденки *Baetis buceratus* Eaton и *Ephemera lineata* Eaton (по 4%). Максимальные величины индекса элективности среди бентосных животных имели поденки *E. lineata*, *B. buceratus* и *Baetis vernus* Curtis, ручейники *Hydropsyche ornatula* MacLachan и *Brachycentrus subnubilus* Curtis.

Суточная динамика питания *A. rossicus* в июле. Таким образом, в суточной ритмике питания быстрянки в июле зафиксировано 2 пика: продолжительный и более интенсивный ночной и короткий, и менее интенсивный дневной (рис. 1).

В ночное время максимальной частотой встречаемости отличалась поденка *B. buceratus*. Ключевыми компонентами питания по массе были поденка *E. lineata*, мошка *Simulium ornatum* Meigen, ручейник *H. ornatula*. Практически отсутствовали водоросли и песок.

Ключевыми компонентами дневного питания русской быстрянки выступали ручейник *H. ornatula*, комар-болотница *Hexatoma bicolor* (Meigen), поденка *B. buceratus*, которые в это время в дрифте отмечены не были. Основную массу пищевого комка обеспечивали зеленая водоросль *U. subtilissima* и песок.

Суточная динамика питания *A. rossicus* в августе. В суточной ритмике питания быстрянки в августе зафиксирован один продолжительный и интенсивный дневной пик. Основными компонентами питания в дневное и вечернее время были нитчатые зеленые водоросли *U. subtilissima* в сумме с песком и детритом. Из насекомых ключевую роль играли — поденка *B. buceratus* и ручейник *H. ornatula*.

Наименьшая пищевая активность приходилась на темное и сумеречное время суток: с 0 часов ночи до 9 часов утра. Основными компонентами питания в это время выступали ручейник *H. ornatula*, поденка *B. buceratus*, мошка *S. ornatum*, зеленая водоросль *U. subtilissima*.

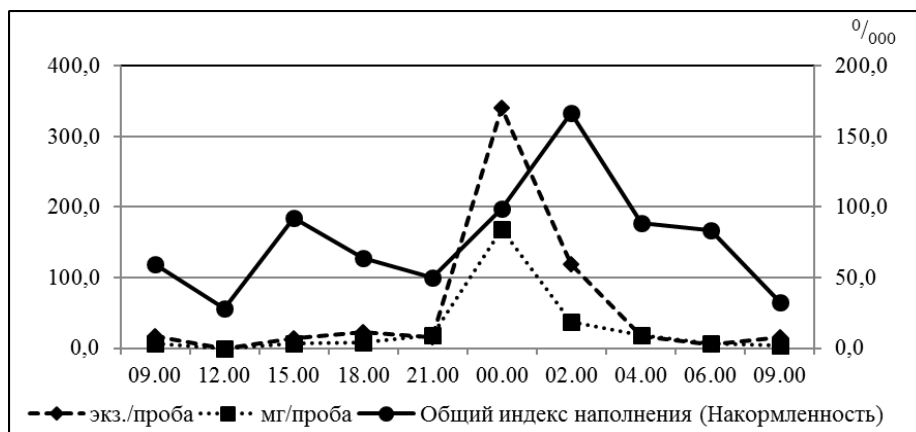


Рис. 1. Суточная динамика численности (экз./проба) и биомассы (мг/проба) дрефта, общего индекса наполнения (накормленности) русской быстрянки р. Чепцы в июле.

Сопоставление времени интенсивности питания быстрянки и активности дрефта показывает, что в августе дрейфующие беспозвоночные не имеют большого значения, за исключением мошки *S. ornatum* (рис. 2). Массовые представители сиртона, такие как олигохета *Stylaria lacustris* (Linnaeus) и хирономиды родов *Cricotopus* и *Rheocricotopus* в питании быстрянки не отмечены. В результате, мы можем сделать вывод, что в августе быстрянка преимущественно бентофаг.

Спектр питания русской быстрянки формируют собственно бентосные формы. При этом в дневные часы в питании быстрянки преобладают растительные компоненты, а животные объекты являются второстепенными, а в ночные часы — наоборот.

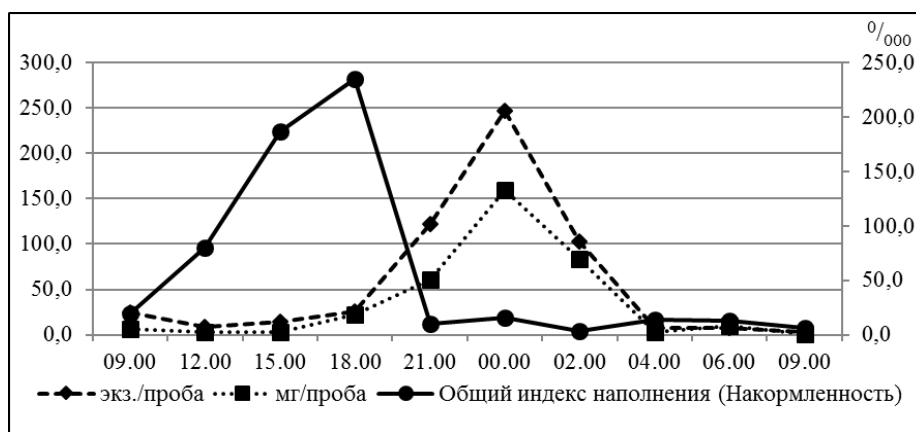


Рис. 2. Суточная динамика численности (экз./проба) и биомассы (мг/проба) дрефта, общего индекса наполнения (накормленности) русской быстрянки р. Чепцы в августе.

Суточная динамика питания *A. rossicus* в сентябре. В суточной динамике питания в сентябре отмечено 2 пика: более интенсивный продолжительный дневной пик, переходящий в короткий и менее интенсивный вечерне-ночной (рис. 3). В дневное время быстрянка характеризуется «донным» типом питания, что подтверждается преобладанием водорослей, песка и детрита. Ближе к ночи рыбы переходят на питание дрейфующими животными, среди которых по биомассе преобладали личинки старших возрастов поденок *E. lineata* и ручейников *H. ornatula*.

Ключевыми компонентами питания по массе в вечернее время был комплекс из нитчатых зеленых водорослей *U. subtilissima*, песка и детрита. Из животных компонентов преобладали поденка *E. lineata*, ручейник *H. ornatula*.

Обсуждение. Анализ разнообразия и видового богатства содержимого пищеварительных трактов русской быстрянки свидетельствует о высокой степени ее полифагии. Восстановленные размеры донных беспозвоночных позволяют говорить, что быстрянка потребляет все стадии развития амфибиотических насекомых — личинок разных возрастов, куколок и имаго. Сравнение этих данных с результатами обработки проб дрефта и бентоса показало следующее: младшие личиночные стадии и куколки амфибиотических насекомых, представляющие эконсиртон, составляют основу дрефта. Личинки старших возрастов, многие из которых ведут роющий образ жизни, строят домики или ловчие сети, наоборот формируют основу донных сообществ, а в дрефте отсутствуют или немногочисленны. Таким образом, качественный и размерный состав пищи быстрянки свидетельствует о её питании, как со дна («донный» тип питания), так и из толщи воды («пелагический» тип).

В целом, в суточной динамике питания русской быстрянки отмечена наименьшая интенсивность в утренние часы (с 4 до 9 часов), в остальное время обнаруживается 1 продолжительный или 2 коротких пика. Скорее всего, это связано с наличием и поведением пищевых объектов, а также скоростью переваривания. Так, рыбы, способные питаться детритом и растительностью, используют эту пищу непосредственно на построение

собственных тканей, т.е. конечного продукта, а не в качестве промежуточных продуктов, как например, бентосоядные рыбы — бентос. В результате, животные объекты перевариваются быстрее, чем растительные. Таким образом, у быстрянки в разные сезоны отмечено 2 пика при преобладании животного корма и 1 пик при преобладании растительного корма.

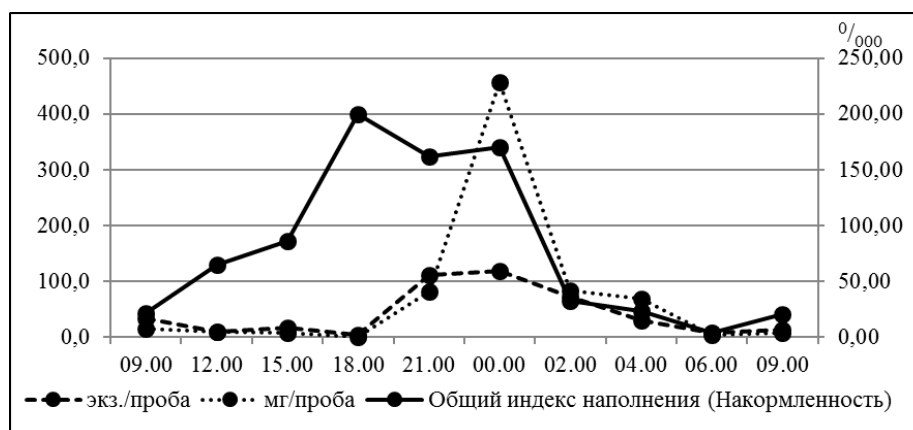


Рис. 3. Суточная динамика численности (экз./проба) и биомассы (мг/проба) дрифта, общего индекса наполнения (накормленности) русской быстрянки р. Чепцы в сентябре.

Можно предположить, что в ночном питании довольно велика роль дрифта, что косвенно подтверждается данными по его активности и пищевым спектром быстрянки. Наибольшая миграционная активность бентосных животных совпадала по времени с активностью питания быстрянки. Наиболее значимыми пищевыми объектами быстрянки выступали именно те виды, которые преобладали по биомассе и встречаемости в дрифте. Кроме того, в это время в рационах отмечено наименьшее количество нитчатых водорослей и песка. То есть, в ночное время быстрянка переходит на питание дрейфующими организмами.

В дневное и вечернее время у быстрянки «донный тип» питания. Роль дрифта в это время невелика — количество и биомасса дрейфующих животных стабильно низкие или же дрифт вовсе отсутствовал, а его представители в пищеварительных трактах в это время не обнаружены. Основу пищи формировали водоросли и песок, а также бентосные животные, отсутствующие в дрифте.

Выводы. Особенностью питания русской быстрянки р. Чепцы является высокая экологическая пластичность. Это позволяет ей использовать различные кормовые объекты, развивающиеся в массе, независимо от их пищевой ценности (водоросли, высшая водная растительность, донные животные, наземно-воздушные беспозвоночные) и местоположения в русле реки (дно реки или толща воды).

Автор выражает искреннюю признательность директору Пермского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ» к.б.н. А.Г Мельниковой, своим коллегам — к.б.н. И.В. Поздееву, Е.Ю. Крайневу, С.П. Огородову, Н.А. Мартыненко, аспиранту лаборатории ихтиологии ЗИН РАН З.В. Жидкову за помощь в ходе выполнения работы.

Список литературы

- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоёмов. М.: Наука, 1975. 240 с.
- Методические рекомендации по применению современных методов изучения питания рыб и расчета рыбной продукции по кормовой базе в естественных водоемах: методические рекомендации / Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства. Л., 1980. 26 с.
- Никольский Г.В. Экология рыб. М., 1963. 368 с.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
- Raikova-Petrova G. N., Petrov I.K., Hamwi N.I., Marinova D.M. 2011. Growth Rate and Condition of Riffle Minnow (*Alburnoides bipunctatus* Bloch) from the Middle Stream of Iskar River (Bulgaria) // Acta Zoologica 63 (3): 295–300.

ДИНАМИКА СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАКРОЗООБЕНТОСА р. ОСИНОВКА (БАССЕЙН р. ВЯТКА) В РАЙОНЕ ЗАХОРОНЕНИЯ ЯДОХИМИКАТОВ

Т. И. Кочурова

*Кировский городской научно-естественный музей, 610007, г. Киров, ул. Ленина, 160
Вятский государственный гуманитарный университет, 610002 г. Киров, ул. Красноармейская, 26
E-mail: kochurovati@mail.ru*

Рассмотрена динамика качественных и количественных характеристик макрозообентоса малой реки в зоне Кильмезского захоронения ядохимикатов (Кировская обл.). Выявлена достоверная корреляция гидробиологических характеристик с концентрациями фосфатов и растворенной формы меди в воде, а также с содержанием органических веществ, ртути и фенола в грунте водотока. Признаки негативной трансформации бентосных сообществ в большей степени проявлялись в многоводные годы.

Ключевые слова: макрозообентос, таксономическое богатство, численность, биомасса, биоиндикация.

THE DYNAMICS OF STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF MACROZOOBENTHOS OF THE OSINOVKA RIVER (VYATKA RIVER BASIN) IN THE AREA OF TOXIC CHEMICALS DISPOSAL

T. I. Kochurova

*Kirov Scientific Natural Museum, ul. Lenina 160, Kirov, 610007 Russia
Vyatka State Humanities University, ul. Krasnoarmeiskaya 26, Kirov, 610002 Russia, email: kochurovati@mail.ru*

The dynamics of the qualitative and quantitative characteristics of the macrozoobenthos of the small rivers in the zone of Kilmez toxic chemical disposal is studied. The significant correlation between hydrobiological characteristics and concentration of phosphates, concentration of water-soluble forms of copper is found. The signs of negative transformation of benthos groups are revealed more clearly in high-water years.

Keywords: macrozoobenthos, taxonomic variety, abundance, biomass, bioindication.

Кильмезское захоронение ядохимикатов относится к потенциально опасным в экологическом плане объектам Кировской области. В 1975–76 гг. здесь захоронено 590 т пришедших в негодность пестицидов. Их перечень насчитывает 75 наименований, в том числе ртуть-, мышьяк-, цианосодержащие, хлор- и фосфорорганические, нитропроизводные фенола, производные серной кислоты и другие токсичные соединения (Шуклещова, Домнина, 2014). Подземные воды ядомогильника дренирует р. Осиновка. Атмосферные осадки с территории захоронения отводятся Осиновкой в р. Лобань, затем в реки Кильмезь и Вятка.

Осиновка — левобережный приток третьего порядка р. Вятка, главной водной артерии Кировской области. Длина р. Осиновка составляет 14 км, площадь водосбора — 68.8 км², среднегодовой расход воды — 0.05 м³/с. Донные отложения на исследуемом участке представлены песчаными грунтами с присутствием наила и примесями древесно-растительных фрагментов.

В настоящее время выявлены признаки негативного влияния захоронения на компоненты природного комплекса. В подземных водах отмечено превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) по БПК₅, мышьяку, фенолу, марганцу, железу; наблюдается нарастание максимальных концентраций загрязняющих веществ. В водах р. Осиновка зафиксированы превышения ПДК_{р/х} по органическим веществам, выраженным в ХПК и БПК₅, ионам аммония, растворенным формам железа, марганца, меди, ртути, формальдегиду и мышьяку. В донных отложениях отмечен рост содержания железа, марганца, фосфатов и мышьяка (О состоянии ..., 2013).

С 2006 г. при проведении комплексного экологического мониторинга в районе захоронения применяли методы гидробиологического анализа. Изучали макрозообентос, как одну из подсистем, служащую надежным индикатором долговременных процессов трансформации водных биоценозов под влиянием антропогенного фактора. Наблюдение проводили на трех станциях р. Осиновка: в верховье, в среднем течении и в приустьевой части. В маловодные годы в верхнем и среднем течении отмечали обсыхание участков русла. В данной работе рассматриваются результаты исследований на приустьевом участке, характеризующемся постоянством гидрологического режима и наличием течения во все сезоны.

В опубликованной ранее работе (Кочурова, 2014) показан рост таксономического богатства макрозообентоса р. Осиновка в 2006–2011 гг. Существенное снижение данного показателя в 2012–2013 гг. наряду с количественным обеднением бентоценозов указывало на ухудшение состояния водотока в целом и, в особенности, на участке нижнего течения. Представляет интерес выявление причин структурных изменений бентосных сообществ в условиях влияния ядомогильника.

Цель работы: анализ динамики качественных и количественных показателей макрозообентоса приустьевого участка р. Осиновка и установление их связи с химическими характеристиками воды и донных отложений.

Материалом для работы послужили пробы макрозообентоса, отбирившиеся в 2006 и 2008–13 гг. Пробы собирали 1 раз в год (сентябрь–октябрь) по стандартным методикам (Руководство ..., 1983). В пределах одной станции гидробиологическим скребком и штанговым трубчатым дночерпателем Мордухай-Болтовского отбирали по 2 количественных и 1 качественной пробе, промывали через сито из мельничного газа № 23 и фиксировали 4%-ным формалином. Определение организмов в зависимости от таксономической группы и стадии развития проводили до уровня вида, рода, семейства, отряда, класса. Для идентификации организмов использовали определители (Определитель ..., 1994, 1995, 1997, 1999, 2001).

Состояние донных биоценозов оценивали по количеству таксонов (S), общей численности (N , тыс. экз./м²) и биомассе (B , г/м²) организмов. Для определения качества воды применяли индексы Вудивисса (BI , баллы) (Woodiwiss, 1964), олигохетный Гуднайта и Уитлея (No/N , %) (Goodnight, 1964), Балушкиной (Kch) (Балушкина, 1976). Таксономическое разнообразие оценивали по индексу Шеннона (H , бит/экз.) (Константинов, 1986).

В ходе статистической обработки анализировали парные корреляции характеристик зообентоса (S , N , B) и рассчитанных на их основе индексов с 15 химическими характеристиками воды (рН, БПК₅, сухой остаток, бихроматная окисляемость, ион аммония, нитраты, фосфаты, мышьяк, фенол, формальдегид, растворенные формы железа, марганца, меди, свинца, ртути) и с 14 показателями донных отложений (рН водной и солевой вытяжек, ион аммония, нитраты, фосфаты, органические вещества, фенол, формальдегид, подвижные формы железа, марганца, меди, свинца, валовые формы мышьяка и ртути). Наличие корреляции оценивали при уровне значимости $p \leq 0.05$ (Гланц, 1998) и объеме выборок (n) от 5 до 7 в зависимости от компонента. Специфические загрязнители (пестициды и их производные) находились ниже предела обнаружения, поэтому связь с ними не устанавливалась. Химический анализ воды и донных отложений выполнен специализированной инспекцией аналитического контроля государственного учреждения «Кировский областной центр охраны окружающей среды и природопользования».

В составе бентофауны исследуемого участка р. Осиновка за весь период наблюдения обнаружено 65 таксонов видового и надвидового рангов, относящиеся к 9 классам и 5 типам (Cnidaria, Nematelminthes, Annelida, Mollusca, Arthropoda). Наибольшую встречаемость (89–95%) имели представители олигохет (Oligochaeta), хирономид (Chironomidae) и прочих двукрылых (прочие Diptera). Высокой встречаемостью (60–70%) характеризовались также мелкие двусторчатые моллюски (Bivalvia), жесткокрылые (Coleoptera), нимфы поденок (Ephemeroptera) и веснянок (Plecoptera), личинки ручейников (Trichoptera).

Рост таксономического богатства, отмечаемый в 2006–2011 гг., сменился в 2012–2013 гг. качественным обеднением бентоценозов (рис. 1), происходившем преимущественно за счет членистоногих (Arthropoda). В 2013 г. состав обитателей грунта водотока исчислялся лишь четырьмя таксонами, проявляющими наибольшую устойчивость к различного рода загрязнениям: олигохетами сем. Tubificidae и единичными особями сем. Chironomidae и Limoniidae (Diptera). Видовая представленность фитофильных сообществ была существенно выше (14 таксонов).

В первые три года наблюдений происходило снижение количественных показателей макрозообентоса. В результате нарастания плотности донных организмов в 2010–2011 гг. зафиксированы максимальные величины численности и биомассы. Последующий период вновь характеризовался снижением количественных характеристик, достигших в 2013 г. рекордно низких значений. Плотность донных организмов в значительной степени была связана с гидрологическими особенностями года: максимальные значения численности и биомассы отмечены в маловодные годы (2010, 2011), а минимальные — в многоводные (2008, 2012, 2013). Это могло быть связано с отсутствием течения и аккумуляцией загрязняющих веществ на верхних участках в маловодные годы. Увеличение расхода воды в последующие годы способствовало сносу загрязнения и выпадению наименее толерантных групп из состава обитателей грунта в приустьевом створе. Нарастание плотности зообентоса в засушливые сезоны могло быть обусловлено также концентрированием гидробионтов в русле при снижении уровня воды (Барышев, 2008).

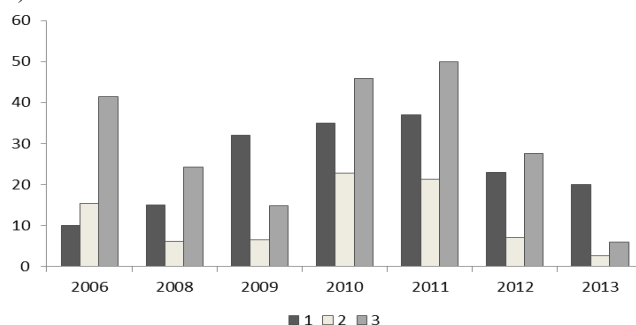


Рис.1. Динамика качественных и количественных характеристик макрозообентоса: 1 — число таксонов, 2 — общая численность (тыс. экз./м²), 3 — общая биомасса (г/м²).

Динамика индекса Вудивисса (рис. 2) указывала на улучшение качества воды в реке от значений 3 класса (умеренное загрязнение) в 2006 г. до 2 (чисто) в 2008, 2009, 2011, 2012 гг. Снижение индекса в 2013 г. до значений 5 класса (грязно) указывало на резкое ухудшение состояния водотока. Индекс Шеннона характеризовался сходной динамикой: самые низкие значения таксономического разнообразия отмечены в 2006 г. (1.01 бит/экз.) и, в особенности в 2013 г. (0.74 бит/экз.); относительно высокие (2.12–2.34 бит/экз.) — 2008, 2009, 2011, 2012 гг.

Индекс Балушкиной в 2006 г. соответствовал умеренно загрязненному, а в 2008–2012 гг. — загрязненному водам. В 2013 г. Kch не был установлен по причине почти полного отсутствия личинок хирономид, обычно входящих в ядро бентосных сообществ региона. Данный факт наряду с отсутствием представителей других групп насекомых является тревожным и указывает на возможное присутствие в экосистеме веществ инсектицидного действия. Олигохетный индекс Гуднайта и Уитлея (рис. 3) оценивал состояние реки в 2006 и в 2013 гг. как очень грязное (5 класс), в 2008 как очень чистое (1 класс), в 2009 — чистое (2 класс), в 2010 г. — загрязнен-

ное (4 класс), 2011–2012 гг. — умеренно загрязненное (3 класс). Ухудшение большинства биоиндикационных показателей в 2010 г., вероятно, было связано с аномально жарким летом.

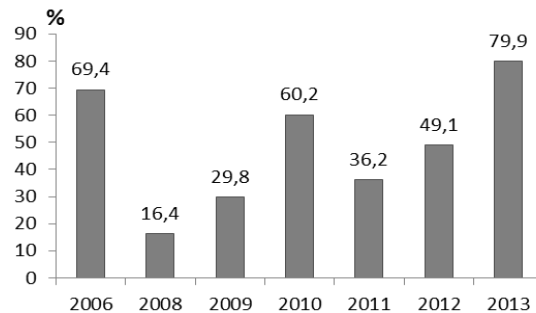
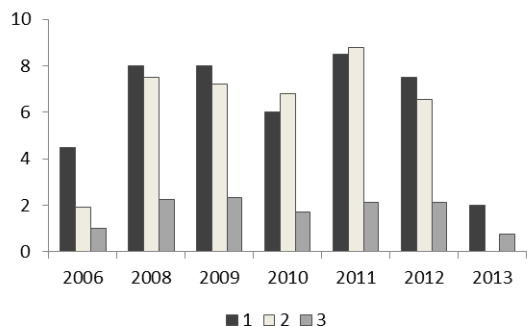
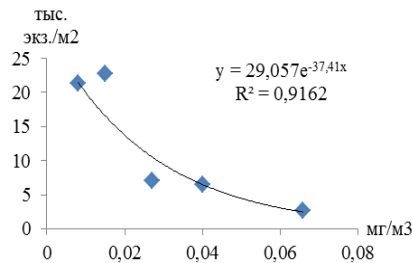
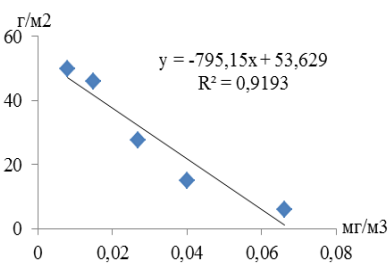


Рис. 2. Динамика биоиндикационных показателей: 1 — *BI*, 2 — *Kch*, 3 — *H*. **Рис. 3.** Динамика *No/N*.

Корреляционный анализ показателей развития макрозообентоса и химических характеристик воды выявил наличие достоверной отрицательной связи количества таксонов, общей численности и биомассы (рис. 4) с концентрацией фосфатов. Коэффициенты корреляции (r) составляли соответственно -0.89, -0.95 и -0.96 при критическом значении $r_{кр} = 0.88$ ($n = 5$).

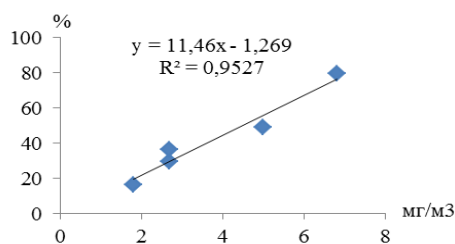
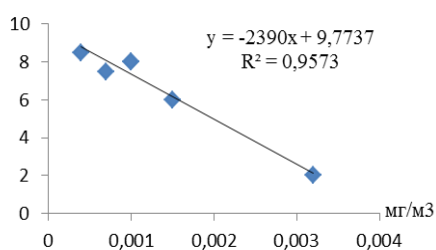


1

2

Рис. 4. Связь концентрации фосфатов (ось абсцисс) в воде с характеристиками макрозообентоса: 1 — с биомассой; 2 — с численностью.

Количество таксонов и *BI* (рис. 5) достоверно снижались с нарастанием содержания в воде растворенной формы меди ($r = -0.91$ и -0.98 при $r_{кр} = 0.81$; $n = 6$). *Kch* положительно коррелировал с сухим остатком и концентрацией ртути в донных отложениях ($r = 0.88$ и 0.84 при $r_{кр} = 0.75$; $n = 7$). Для *H* установлена отрицательная связь с БПК 5 и концентрацией меди в воде ($r = -0.85$ и -0.94 при $r_{кр} = 0.81$; $n = 6$), а также с содержанием фенола в грунте водотока ($r = -0.91$ и -0.98 при $r_{кр} = 0.81$; $n = 6$). *No/N* положительно коррелировал с содержанием органических соединений в донных отложениях ($r = 0.98$ при $r_{кр} = 0.88$; $n = 5$) (рис. 5).



1

2

Рис. 5. Связь биоиндикационных показателей с химическими характеристиками: 1 — *BI* с содержанием в воде меди; 2 — *No/N* с содержанием органических веществ в грунте.

Снижение большинства гидробиологических показателей в 2013 г. происходило на фоне резкого (в 6–10 раз) повышения концентрации фенола в донных отложениях. Остальные компоненты химического анализа не обнаружили связи с гидробиологическими характеристиками.

Таким образом, рассмотрение многолетней динамики структурных характеристик макрозообентоса р. Осиновка позволило выявить признаки негативной трансформации бентоценозов в 2012 г. и, в особенности в 2013 г., выражавшиеся в обеднении качественного и количественного состава донного населения, снижении видового разнообразия, индекса Вудивисса, резком возрастании доли олигохет. Сокращение присутствия водных и амфибиотических насекомых указывало на нарастание процессов токсификации водотока.

В наибольшей степени ухудшение состояния зообентосных сообществ было связано с повышением концентраций фосфатов и растворенной формы меди в воде, а также органических веществ, ртути и фенола в грунте водотока.

Межгодовые колебания структурных характеристик бентосных сообществ в значительной степени были обусловлены особенностями гидрологического режима, определяющими как естественные условия обитания гидробионтов, так и миграцию загрязнения в русле реки.

Список литературы

- Барышев И.А. Распределение организмов зообентоса при снижении уровня воды в малой реке // Биология внутр. вод. 2008. № 4. С. 81–85.
- Балушкина Е.В. Хиროномиды как индикаторы степени загрязнения вод // Методы биологического анализа пресных вод. Л.: ЗИН АН СССР, 1976. С. 106–118.
- Гланц С. Медико-биологическая статистика. М.: Практика, 1998. 459 с.
- ГОСТ 17.1.3.07-82 Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков. М., 1982. 12 с.
- Константинов А.С. Общая гидробиология: Учеб. для студентов биол. спец. вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1986. 472 с.
- Кочурова Т.И., Кантор Г.Я. Макрозообентос среднего течения р. Вятка в районе уничтожения химического оружия // Биология внутр. вод. 2013. № 4. С. 52–60.
- О состоянии окружающей среды Кировской области в 2012 году: Региональный доклад / Под общей редакцией А.В. Албеговой. Киров: ООО «Кировская областная типография», 2013. 192 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. СПб., Наука. (1994. Т. 1. 395 с.; 1995. Т. 2. 628 с.; 1997. Т. 3. 439 с.; 1999. Т. 4. 998 с.; 2001. Т. 5. 836 с.)
- Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 239 с.
- Шуклецова Е.С., Домнина Е.А. Анализ пестицидов, захороненных в Кильмезском могильнике ядохимикатов // Экология родного края: проблемы и пути их решения: Мат. Всерос. научно-практич. Конф. с междунар. участием (г. Киров, 22–24 апреля 2014 г.). Киров: Изд-во ООО «Веси», 2014. С. 179–182.
- Goodnight C.J., Whitley L.S. Oligochaetes as indicators of pollution // Proc. 15th Ind. Waste Conf., Purdue Univ. Eng. Ext. 1961. Ser. 106. P. 139–142.
- Woodiwiss F.S. The biological system of stream classification used by the Trent Riber Board // Chemistry and Industry. 1964. V. 14. P. 443–447.

УДК 574.583

ФИТОПЛАНКТОН МАЛЫХ ЕРИКОВ ИКРЯНИНСКОГО РАЙОНА АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД 2012 Г.

Е. С. Кривина

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия
Россия, Самарская область, г. Тольятти, ул. Комзина, 10, E-mail: pepelisa@yandex.ru

По данным наблюдений в летний период 2012 г. на территории Икрянинского района Астраханской области в фитопланктоне ерика Солёный было зарегистрировано 154 таксона водорослей рангом ниже рода, ерика Кисин — 168. Наибольшим видовым и внутривидовым богатством характеризовались зеленые, диатомовые и синезеленые (цианопрокариоты) водоросли. В фитопланктоне преобладают виды-космополиты, планктонные организмы, индифференты по отношению к солености воды, по отношению к pH индифференты и алкалифилы. По численности преобладали синезеленые водоросли (цианопрокариоты), по биомассе зеленые, диатомовые и эвгленовые водоросли.

Ключевые слова: фитопланктон, сапробность, виды-индикаторы, доминанты.

According to the observational data 2012 yr. (Astrakhan province) in the phytoplankton of river Salt were registered 154 alga below the rank of genus, of river Kisin — 168. By greatest specific and intraspecific wealth were characterized chlorophytes, diatoms and cyanobacteria algae. The phytoplankton is dominated by species of cosmopolitans, planktonic organisms, indifferently in relation to the salinity of the water, the pH of the indifferently and alkalifily. On the number predominated cyanobacteria, on the biomass chlorophytes, diatoms and euglenophytes algae.

Keywords: phytoplankton, saprobity, kinds-indicators, dominant.

Ерик — это относительно узкая протока, соединяющая озёра, заливы, протоки и рукава рек между собой, а также с морем. Бассейны малых и средних ериков, особенно в районах с высокой плотностью населения и интенсивными транспортными магистралями, весьма чувствительны к любым проявлениям хозяйственной деятельности человека, которая приводит к изменению, как их характеристик, так и качественного состава вод (Милюков, 1970).

Ерик Кисин и Солёный ерик являются относительно некрупными водотоками в зоне распространения западных подступных ильменей (ЗПИ) Астраханской области и имеют протяженность 5.48 и 8.2 км соответственно. Свое начало ерик Кисин берет из ильменя Голга и впадает в оз. Кисин. Большая часть ерика Кисин заключена между двумя оживленными транспортными магистралями, кроме того, туда поступают нефтепродукты от автозаправочной станции и хозяйственно-бытовые стоки с. Восточное и с. Джамбо. Солёный ерик берет начало из Зубовского ерика и впадает в ильмень Баркас. Вдоль ерика проходит автодорога Икряное-Озерное, автозаправочных станций нет. Около истока находится с. Сергино, но основная часть токов приходится на нижнее течение Зубовского ерика и сносится в ильмень Михайловская заводь.

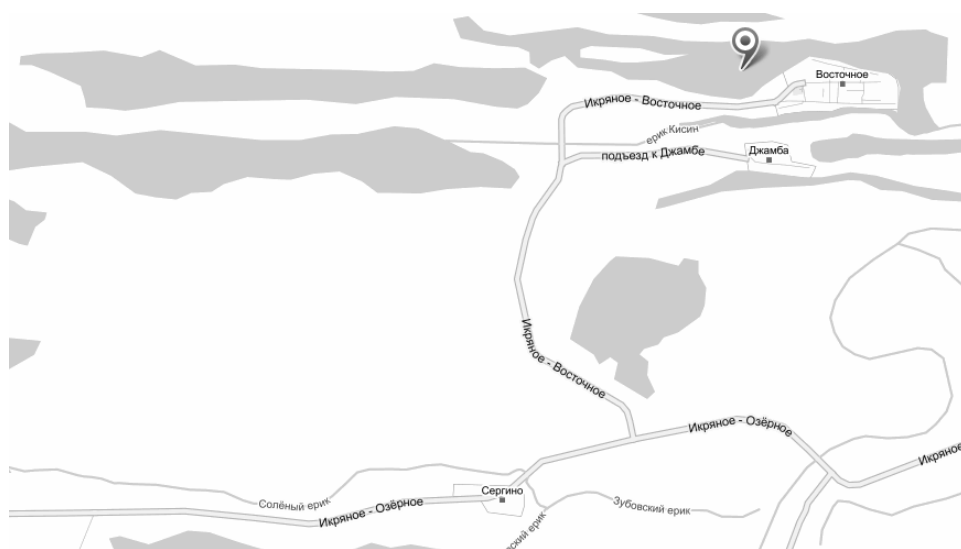


Рис. 1. Карта-схема местности.

Изучение фитопланктона ериков в зоне распространения ЗПИ Астраханской области проводилось с начала прошлого столетия. Круглогодичные наблюдения за фитопланктоном низовий р. Волги, в разное время проводили М.Х. Сергеева (1909), А.Ф. Зиновьев (1937), К.В. Горбунов (1976, 1983) и др. В целом же, сведения представлены в относительно небольшом количестве работ и имеют отрывочный характер (Антипчук, 1982).

Материалом для данного исследования послужили альгологические пробы, отобранные в ходе ботанической экспедиции ИЭВБ РАН во второй половине августа 2012 г. на территории Икрянинского района Астраханской области в зоне распространения западных подстепных ильменей в дельте р. Волги. Данный район близок к полупустыням. Климат резко континентальный. Температура воды в исследуемый период держалась на уровне $+25-29^{\circ}\text{C}$, достигая в отдельные дни $+32^{\circ}\text{C}$.

Отбор проб для каждого водотока был проведен согласно общепринятой гидробиологической методике в трех точках (верхнее течение, вблизи истока; среднее течение; нижнее течение, вблизи устья). Кроме изучения фитопланктона открытой части водоема были рассмотрены водоросли, развивающиеся в зоне фитали, т.е. в сообществах высших водных растений (нимфейник лиманский, рогульник плавающий, стрелолист обыкновенный).

В результате проделанной работы в составе фитопланктона ерика Кисин было зарегистрировано 168 таксона водорослей рангом ниже рода, в составе фитопланктона Соленого ерика — 154. По числу соответствующих таксонов рангом ниже рода, а также по составу ведущих порядков и семейств альгофлору ерика Кисин можно охарактеризовать как зелено-диатомово-цианопрокариотную с заметным участием эвгленовых, Соленого ерика — как зелен-диатомовую с заметным участием синезеленых (цианопрокариот).

Эколого-географический анализ фитопланктона ерика Кисин показал, что основная часть зарегистрированных водорослей представлена планктонными организмами (76%). Практически все водоросли относились к видам-космополитам. По отношению к солености преобладали виды-индифференты (76%). Среди показателей кислотности среды преобладали водоросли алкалифилы и индифференты. Описанные закономерности сохраняются и на отдельных участках открытой зоны.

Подобная картина наблюдалась и при анализе фитопланктона Соленого ерика. Основная часть зарегистрированных водорослей представлена планктонными организмами (84%). Практически все водоросли относились к видам-космополитам. По отношению к солености преобладали виды-индифференты (82%). Среди показателей кислотности среды преобладали водоросли алкалифилы и индифференты.

Виды-индикаторы различной степени органического загрязнения в ерике Кисин распределены следующим образом: 43% — индикаторы низкой степени загрязнения, 39% — средней степени, 18% — высокой. При продвижении от истока к устью возрастает доля полисапробов, что связано с увеличением макрофитов, которые поставляют в водоток органику, и с постепенным уменьшением скорости течения, а также со стоками автозаправочной станции, находящейся в нижнем течении. Для Соленого ерика распределение по группам сапробности следующее: 50% — индикаторы низкой степени загрязнения, 38% — средней степени, 12% — высокой. Доля полисапробов максимальна около с. Сергино в верхнем течении ерика.

Количественные показатели развития фитопланктона этих у ериков также не одинаковы. В ерике Кисин мере продвижения от истока к устью наблюдалось интенсивное увеличение показателей численности и биомассы фитопланктона. Общая численность изменялась от 1.64 млн. кл./л на верхнем участке до 7.61 млн. кл./л на нижнем, биомасса от 0.98 мг/л на верхнем участке до 4.9 мг/л на нижнем. Наибольший вклад в показатели численности и биомассы в верхнем течении ерика внесли представитель эвгленовых и цианопрокариот, которые интенсивно размножаются в водах, богатых органикой. По мере продвижения к устью наблюдается увеличение вклада в показатели численности и биомассы представителей отдела зеленых водорослей, которые активно развиваются в зоне фитали нимфейник лиманского и рогульника плавающего, произрастающих на мелководьях в нижнем течении.

В Соленом ерике при движении от истока к устью также наблюдалось увеличение показателей численности и биомассы фитопланктона. Общая численность изменяется от 1.34 млн. кл./л на верхнем участке до 5.32 млн. кл./л на нижнем, биомасса от 0.42 мг/л на верхнем участке до 2.6 мг/л на нижнем. По мере продвижения к устью наблюдается увеличение вклада в показатели численности и биомассы представителей зеленых и диатомовых водорослей. Численность представителей цианопрокариот остается практически стабильной.

Таким образом, по данным фитопланктона уровень загрязнения малых ериков Соленый и Кисин соответствовал преимущественно III классу.

Список литературы

Антипчук А.Ф. Сезонная динамика численности микроорганизмов в солоноватоводных прудах юга Украины // Рыбное хозяйство. Вып. 23. Киев, 1982. С. 43–46.

Мильков Ф.Н. Словарь-справочник по физической географии. М.: Мысль, 1970. 343 с.

РЕДКИЕ И ОХРАНЯЕМЫЕ РАСТЕНИЯ В БАСЕЙНАХ НЕКОТОРЫХ МАЛЫХ РЕК ГПЗ «КОЛОГРИВСКИЙ ЛЕС» ИМ. М.Г. СИНИЦЫНА» (КОСТРОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

И. Г. Криницын^{1,2}, М. В. Сиротина^{1,2}, А. С. Дюкова¹, А. А. Ефимова^{1,3}, А. В. Мастерова¹, Н. А. Разгуляева¹

¹Костромской государственный университет им. Н.А. Некрасова,

156000, Кострома, 1 Мая, 14, hek@rambler.ru, mvsiroтина@gmail.com, anef-lita@yandex.ru

²ФГУ ГПЗ «Кологривский лес» им. М.Г. Сеницына», 157440, Костромская обл., г.Кологрив, Промзона

³ОГБУК «Музей природы Костромской области», 156000, г.Кострома, ул.Молочная гора, 3

В статье приведен конспект некоторых редких растений Костромской области, описанный авторами в бассейнах малых рек ГПЗ «Кологривский лес».

Ключевые слова: малые реки, заповедник, Красная книга, флора.

The article represents some rare plants of the Kostroma region described by the authors in small rivers basins of the reserve «Kolgrivsk forest».

Keywords: small rivers, reserve, red book, flora.

Государственный природный заповедник «Кологривский лес» им. М.Г. Сеницына расположен в Костромской области и охватывает часть Кологривского, Мантуровского, Нейского, Парфеньевского и Чухломского административных районов. Общая площадь заповедной территории составляет 58 939.6 га. Заповедник располагается в северо-восточной части Центра Русской равнины и в своём составе имеет два кластера (Мантуровский и Кологривский), на которых представлены два различных типа природно-территориальных комплексов, расположенных в пределах бассейна реки Унжа, но относящиеся к разным геоморфологическим провинциям. Кологривский кластер — это моренная и водно-ледниковая равнина московского и частично валдайского возраста правобережья р.Унжи. Здесь сохранились небольшие участки коренных темнохвойных южно-таёжных лесных сообществ в окружении производных лесов на месте сплошных рубок и пожаров XX века. Мантуровский кластер находится на левом берегу р.Унжи, примерно на 70 км южнее первого, в пределах зандровой песчаной равнины, представляющей собой древнюю долину Унжи. Практически до середины XX века эта территория была занята сосновыми, елово-сосновыми и еловыми лесами, небольшие массивы которых сохранились и по настоящее время. Преобладающая же часть территории покрыта вторичными лесами, представленными средневозрастными посадками сосны и мелколиственными лесами на месте обширной гари 1972 г. и вырубок.

Сохранившиеся на территории Кологривского кластера отдельные массивы коренных темнохвойных лесов занимают незначительные площади и приурочены, как правило, к поймам и долинам рек и ручьёв. Самый большой по площади участок (918 га) — бывший памятник природы «Кологривский лес», расположенный в бассейне р. Вонюх является ядром заповедника. Остальные более менее крупные массивы, но существенно меньшие по площади (обычно до 100 га), сохранились по поймам рек Сеха, Понга, Лондушка, Чёрная, Нелка, притоков рек Кисть и Вонюх. Некоторое количество коренных лесных массивов расположено в самых труднодоступных частях заповедника на междуречье рек Понги и Кисти. Незначительные по площади (до 40 га) массивы коренных елово-сосновых и еловых лесов сохранились в верховьях реки Кастово и её левых притоков в южной части Мантуровского кластера.

В формировании современного рельефа основную роль сыграли плейстоценовые оледенения. Костромское Заволжье — равнина с достаточно однородным геологическим строением и преимущественно пологохолмистым и волнистым рельефом ледникового и водноледникового происхождения.

Все реки, дренирующие территорию заповедника, относятся к бассейну внутреннего стока и являются притоками различного порядка р. Унжа — притока Волги первого порядка. Пересекая Костромскую область с севера на юг, река Унжа образуется при слиянии рек Кемы и Лундоги, берущих начало на Северных Увалах, и впадает в Унженский залив Горьковского водохранилища. Строение и основные характеристики (длина, ширина, крутизна склонов, ширина поймы и террас) долины р. Унжи неоднородны по течению, что определяется геоморфологическими особенностями пересекаемых рекой районов.

Кологривский участок заповедника представлен двумя ландшафтами — Кологривским и Кистереченским и характеризуется довольно густой речной сетью. Реки Кологривского ландшафта врезаны довольно глубоко, в большинстве своём сильно спрямлены и отличаются невысокой скоростью течения. Кологривский ландшафт, особенно его Восточная местность, характеризуются наибольшей густотой речной и эрозионной

сети. Наиболее крупные реки (Понга, Сеха) в среднем течении относятся к Кистереченскому ландшафту. Долины этих рек имеют корытообразную форму, а поймы осложняются старичными понижениями. В целом, Кологривский участок отличается отсутствием озёр на междуречьях и речных террасах, за исключением рек Сехи, Понги и Лондушки, в поймах которых имеются незначительные по размеру озёра.

Основные черты морфолитогенной основы в пределах Мантуровского кластера сформировались в эпоху днепровского оледенения и последующего таяния ледника. Территория характеризуется террасированным эрозионным рельефом. Наиболее крупные, хорошо выраженные ступени, прослеживаются на всей территории участка, в целом они идут параллельно речным долинам основных рек — Кастово и Иванчихи. Пологие склоны равнины осложнены древними ложбинами стока талых ледниковых вод, в настоящее время заболачивающимися. Современные эрозионные формы (долины малых рек и малые эрозионные формы — лощины и ложбины балочного типа) в большинстве своем наследуют эти древние врезы, что объясняет их значительную ширину. Из-за прорезания мощных песчаных толщ форма долин преимущественно U-образная. Поймы рек и днища малых эрозионных форм, как правило, заболочены. В целом, болота и заболоченные территории занимают достаточно обширные площади, что обусловлено, плоским выровненным рельефом и слабым дренированием субгоризонтальных поверхностей, а также широким распространением водоупорных пород юрского и четвертичного возраста.

К настоящему времени растительность и флористическое разнообразие заповедника изучены еще далеко не полностью, в связи с чем, нами продолжаются на его территории изыскательские работы.

В ходе исследований структуры растительности и биогеоценотического анализа бассейнов некоторых малых рек ГПЗ «Кологривский лес» им. М.Г. Синицына», а также за его пределами, на территории Кологривского района Костромской области нами было описано свыше 300 видов сосудистых растений и лишайников. Среди них выявлены некоторые виды, включенные в Красную книгу России и Красную книгу Костромской области. Гербарные материалы, подтверждающие сборы (за искл. видов Красной книги РФ), хранятся в гербарии Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова, а также готовятся к передаче в фонды заповедника. Исследования проводились как на Кологривском, так и на Мантуровском участках.

Семейство Ophioglossaceae — Ужовниковые.

Botrychium multifidum (S. G. Gmel) Rupr. — гроздовник многораздельный (Красная книга Костромской области) категория 3 — редкие). Короткокорневищный травянистый геофит.

Кологривский участок, по квартальным просекам: 16, 17, 25 кварталов заповедника, в, и 26 квартала охранной зоны, пойма р. Сеха; суходольный луг, на террасе р. Унжи, в районе устья р. Пеженги (местное название места — Пеженгский кривуль), Кологривский район. На территории Мантуровского участка в пойме р. Кастовки вдоль зарастающих дорог, в сосновых посадках на местах гарей 1972 г., на квартальной просеке 2 и 1 кварталов в березняке ширококотравном с участием осины. На поляне среди сыроватого леса на месте зарастающей дороги, кв. 2 вместе с *Ophioglossum vulgatum* L.

Botrychium lanceolatum (S.G.Gmel.) Angstr. — гроздовник ланцетовидный. Новый вид для флоры Костромской области, внесен во многие региональные Красные книги России, готовится к включению в Красную книгу Костромской области, категория определяется, но вероятнее всего 1 — находящиеся под угрозой исчезновения. Короткокорневищный травянистый геофит.

Кологривский участок заповедника, квартал 21 в березняке еловом, в пойме р. Сехи.

Botrychium virginianum (L.) Sw. — гроздовник виргинский (Красная книга Костромской области категория 1 — находящиеся под угрозой исчезновения). Короткокорневищный травянистый геофит.

Мантуровский участок в пойме р. Кастовки. По просекам среди молодого леса на левобережье р. Унжи. растёт в лиственных лесах по гарям 1972 г., чаще вдоль полей, по зарастающим просекам и дорогам. Охранная зона близ 2 квартала заповедника, на территории 2 и 3 кварталов, по квартальной просеке 2 и 3 кварталов в березняке ивовом ширококотравном с участием осины, совместно с *Cypripedium calceolus* L.

Ophioglossum vulgatum L. — ужовник обыкновенный (Красная книга Костромской области) категория 4 — неопределённые по статусу). Корнеотпрысковый травянистый геофит.

На территории Мантуровского участка в пойме р. Кастовки вдоль зарастающих дорог, в сосновых посадках на местах гарей 1972 г., квартальная просека 2 и 1 кварталов в березняке ширококотравном с участием осины. Поляна среди сыроватого леса на месте зарастающей дороги, кв. 2 вместе с *Botrychium multifidum* (S. G. Gmel) Rupr.

Семейство Lycopodiaceae — Плауновые.

Hyperzia selago (L.) Bernh. ex Schrank et Mart. — баранец обыкновенный (Красная книга Костромской области категория 3 — редкие). Вечнозеленый травянистый многолетник, хамефит.

Кологривский участок. Осинник со вторым ярусом ели европейской неморально-широкотравный, бассейн р. Сехи, кв. 17; березняк елово-брусничный, с подростом из сосны, ели, березы и рябины кв. 16; ельник кисличный, бассейн р. Понги, кв. 1, березняк еловый кв.18.

Семейство Potamogetonaceae — Рдестовые.

Potamogeton praelongus Wulf. — рдест длиннейший (Красная книга Костромской области категория 3 — редкие). Водный длиннокорневищный травянистый многолетник, погруженный укореняющийся гидрофит.

Кологривский участок. Заводь р. Понги, являющейся естественной границей охранной зоны (кв. 108, 118) и заповедника в районе кв. 6; р. Сехи (близ впадения в р.Понгу) кв. 11, р. Понга. кв.11.

Семейство Nymphaeaceae — Кувшинковые, или Нимфейные.

Nuphar pumila (Timm)DC. — кубышка малая (Красная книга Костромской области категория 3 — редкие). Корневищное, многолетнее растение, гелофит.

Кологривский участок, р.Лондушка кв.11, 18, 33; р.Сеха кв. 31.

Семейство Graminae (Poaceae) — Злаки.

Scolochloa festucacea (Willd.) Link — тростянка овсянницеvidная (Красная книга Костромской области категория 3 — редкие).

Кологривский участок заповедника «Кологривский лес». Берег р.Черной квартал 23.

Семейство Cyperaceae — Осоковые.

Carex riparia Curt. — осока береговая (Красная книга Костромской области категория 3 — редкие). Длиннокорневищное, многолетнее растение, геофит и гелофит.

Кологривский участок. Берег р.Черной квартал 23; заболоченный участок квартальной просеки между 16 и 17 кварталами.

Eleocharis uniglumis (Link) Schult. — болотница одночешуйная (Красная книга Костромской области категория 3 — редкие). Корневищное, многолетнее растение, геофит.

Кологривский участок. Берег р.Черной квартал 23; заболоченный участок квартальной просеки между 16 и 17 кварталами.

Семейство Iridaceae — ирисовые.

Iris sibirica L. — ирис сибирский (Красная книга Костромской области категория 3 - редкие). Корневищное, многолетнее растение, геофит.

Кологривский участок. Берег р.Лондушки кв.11, 33; русло временного водотока близ заболоченного участка квартальной просеки между 16 и 17 кварталами.

Семейство Orchidaceae — Орхидные, Ятрышниковые.

Cypripedium calceolus L. — башмачок настоящий, или Венерин башмачок (Красная книга России категория 3; Красная книга Костромской области категория 3 - редкие). Короткорневищный травянистый многолетник, геофит.

Кологривский участок по краю Красноборовской УЖД на территории 23 кв. в бассейне р.Сехи. Мантуровский участок в пойме р.Кастовки заповедника на территории 2 и 3 кварталов, по квартальной просеке 2 и 3 кварталов в березняке ивовом широколиственном с участием осины, совместно с *Botrychium virginianum* (L.) Sw..

Dactylorhiza maculata — пальчатокоренник пятнистый (Красная книга Костромской области категория 3 — редкие). Клубнекорневой геофит.

Кологривский участок по краю Красноборовской УЖД на территории 22, 23 и 24 кв., ельник папоротниково-сфагновый кв. 22. в бассейне р.Сехи.

Listera ovata (L.) R. Br. — тайник яйцевидный. (Красная книга Костромской области категория 3 — редкие). Короткорневищный травянистый геофит.

Кологривский участок по краю Красноборовской УЖД на территории 22 кв., в бассейне р. Сехи.

Семейство Ranunculaceae — Лютиковые.

Actaea erythrocarpa Fisch. — воронец красноплодный (Красная книга Костромской области категория 3 — редкие). Короткорневищный симподиальновозобновляющийся гемикриптофит с многочисленными удлиняющимися корнями и ортотропными побегами.

Кологривский участок. Ельник липовый с подростом ольхи серой, редко клена остролистного и пихты с подлеском из рябины широколиственно-папоротниковый 23 кв.; осинник с подлеском из рябины и черемухи широколиственно-папоротниковый, в долине р. Сехи, на территории кв. 16; квартальная просека между кв. 16 и 17. Ельник пихтовый кв. 22, ельник липово-пихтовый с подростом ели, липы и клена кисличный 24 кв.

Atragene sibirica L. — княжик сибирский (Красная книга Костромской области категория 3 — редкие). Кустарниковая листопадообразная лиана, гемикриптофит.

Кологривский участок. Осинник со вторым ярусом ели с подростом ели, ольхи серой, клена остролистного и пихты с подлеском из рябины снытевый кв. 24; ельник со вторым ярусом из ольхи серой несомкнутый широколиственный в долине р. Сехи, кв. 24; ельник с участием липы снытевый, в долине р. Сехи, кв. 23; ельник с участием осины, долина р. Сехи, 17; квартальная просека между кв. 16 и 17; ельник с участием липы снытевый, в долине р. Сехи, кв. 11; ельник липово-снытевый, в долине р. Лондушки, кв. 18; ельник зеленомошный, с участием осины кв. 31; смешанный лес между д. Бурдово и д. Варзенга, Кологривский р-он; смешанный лес на берегу р.Унжа близ д.Бурдово, Кологривский р-он; смешанный лес между д.Бурдово и д.Шаблово на крутом склоне к берегу р.Унжи.

Hepatica nobilis Mill. — печеночница благородная (перелеска благородная) (Красная книга Костромской области категория 2 — сокращающийся в численности вид). Корневищное, многолетнее травянистое растение, геофит.

Кологривский участок. Ельник липовый с подростом клена остролистного и пихты сибирской кв. 22; березняк еловый по краю заброшенной бобровой плотины кв.32;березняк еловый с участием осины в пойме р. Лондушки кв. 11.

Семейство Rosaceae — Розоцветные

Rubus humilifolius C. A. Mey — малина хмелелистная (Красная книга Костромской области категория 3 — редкие). Короткорневищный полукустарничек, гемикриптофит.

Кологривский участок. Квартальная просека между кв. 16 и 17; осинник со вторым ярусом ели неморально-широколиственный, в долине р. Сехи, кв. 24; березняк неморально-широколиственный, долина р. Сехи, кв. 17; осинник со вторым ярусом ели неморально-широколиственный, бассейн р. Сехи, кв. 17; березняк елово бруснич-

ный, с подростом из сосны, ели, березы повислой и рябины кв. 16; березняк неморально-широко-травный, кв. 25; ельник сфагновый кв. 23; ельник зеленомошный с участием осины кв. 31.

Семейство Pyrolaceae — Грушанковые.

Moneses uniflora (L.) A. Gray — одноцветка крупноцветковая (Красная книга Костромской области категория 3 — редкие). Многолетний длиннокорневищный травянистый гемикриптофит и хамефит.

Кологривский участок, в бассейне р. Сехи. Ельник черничный, кв. 17; ельник сфагновый, кв. 17; сосняк черничный, близ д. Бурдово, Кологривский р-н.

Семейство Compositae — Сложноцветные, или Астровые.

Cacalia hastata L. — недоселка копьелистная (Красная книга Костромской области категория 3 — редкие). Короткокорневищное, многолетнее травянистое растение, гемикриптофит.

Кологривский участок. Осинник со вторым ярусом ели с подростом ели европейской, ольхи серой, клена неморально-широколистный по берегу старичного озера р. Сеха кв. 16; кв. 24 по берегам р. Сехи.

Семейство Alismataceae — Частуховые.

Alisma lanceolatum With. — частуха ланцетная (Красная книга Костромской области категория 1 — находящиеся под угрозой исчезновения). Корневищное, прибрежно-водное травянистое многолетнее растение, геофит.

Кологривский участок. Берег р. Черной, кв. 23.

Семейство Salicaceae — ивовые.

Salix lapponum L. — ива лопарская (лапландская) (Красная книга Костромской области категория 3 — редкие). Кустарник. Фанерофит.

Кологривский участок. Берег р. Лондушки, кв. 11, квартальная просека кв. 17 и 18.

Salix myrtilloides L. — ива черниковидная. (Красная книга Костромской области категория 3 — редкие). Кустарник. Фанерофит или хамефит.

Кологривский участок. Берег р. Лондушки, кв. 11, квартальная просека кв. 17 и 18.

Лишайники Lichenophyta

Lobaria pulmonaria (L.) Hoffm. — Лобария легочная (Красная книга России категория 2, Красная книга Костромской области категория 3 — редкие). Таллом крупнолопастной, неправильно дихотомически разветвленный.

Кологривский участок. На осине, осинник с участием ели и березы, подлеском из жимолости лесной неморально-широколистный, долина р. Сехи, кв. 16; на иве козьей, ельник кисличный зеленомошный кв. 17; на рябине и ивах кв. 22 в ельнике липовом; на ели европейской, иве козьей и рябине обыкновенной в ельнике липовом кв. 22; на осине в осиннике с участием березы повислой и ели европейской кв. 24; на осинах в березняке осиновом кв. 10; на осине в ельнике сфагновом с участием осины кв. 11.

Авторы выражают благодарность за помощь и содействие в сборе материалов и проведение полевых работ сотрудникам ФГУ ГПЗ «Кологривский лес» им. М.Г. Синицына» Чистякову Сергею Анатольевичу, Смирнову Валентину Николаевичу, Невзорову Сергею Павловичу, Шкаликову Сергею Владимировичу. Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках базовой части государственного задания

УДК 574.583(28):591"450"

ЗООПЛАНКТОН МАЛЫХ ОЗЕР ХОПЕРСКОГО ЗАПОВЕДНИКА ПРИ РАЗНОМ РЕЖИМЕ ПОЕМНОСТИ

А. В. Крылов, Н. Н. Жгарева

*Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН,
Россия, 152742, п. Борок, Ярославская обл., Некоузский р-н, e-mail: krylov@ibiw.yaroslavl.ru*

Описаны структурные показатели зоопланктона озер при ежегодной связи с рекой, в условиях ее продолжительного отсутствия, а также при первом и втором затоплении разнотипных водоемов и их отдельных участков.

Ключевые слова: зоопланктон, озера, поемность.

ZOOPLANKTON OF SMALL LAKES KHOPERSKY RESERVE AT DIFFERENT MODE OF FLOODING TIME

A. V. Krylov, N. N. Zhigareva

*Institute for Biology of Inland Waters RAS,
152742, Borok, Yaroslavl region, Russia, e-mail: krylov@ibiw.yaroslavl.ru*

Described structural indicators zooplankton lakes in connection with the annual river, in terms of its long-tion absence, and in the first and second flooding of different types of reservoirs and their separate parts.

Keywords: zooplankton, lakes, pojemnosci.

Увеличение водотока до размеров поймы — главная сила, определяющая состояние биологических ресурсов водоемов речной системы (Junk et al., 1989). Затопление пойменных озер продвигает их экосистемы в сторону увеличения трофности. Способствует ли это их «старению» в рамках концепции олиготрофно-эвтрофной сукцессии? Или половодье — импульсно-стабилизирующий фактор? Что происходит с сообществами гидробионтов озер при периодическом отсутствии затопления речными водами? В поиске ответов на эти вопросы были начаты исследования пойменных озер р. Хопер на территории Хоперского государственного природного заповедника (Крылов, 2013; Прокин, Решетников, 2013).

Цель работы — анализ межгодовых изменений качественного и количественного состава летнего зоопланктона пойменных озер, различающихся режимом поемности.

Пробы собирали в прибрежных и центральных участках 4-х пойменных озер р. Хопер в июле 2011–2013 гг. Характеристика озер приведена в табл. 1.

Таблица 1. Характеристика исследованных пойменных озер

Характеристика		Озера			
		Большое (Б.) Голое	Ульяновское	Большое (Б.) Щуряче	Кругобережное
Координаты	с.ш.	51°20.373'	51°22.243'	51°21.863'	51°21.905'
	в.д.	41°71.859'	41°71.364'	41°70.623'	41°70.209'
*Площадь, км ²		0.129	0.028	0.003	0.007
*Максимальная глубина, м		4.6	4.2	3.6	3.3
*Средняя глубина, м		1.6	1.35	1.8	1.5
Расстояние от русла р. Хопер, м		210	1750	1210	840
Год залития до 2011 г.		2010	2006	2006	2010
*Количество дней заливания полыми водами	2011	26–28	—	—	—
	2012	42–44	30–35	~ 60	~ 30
	2013	45	—	~ 65	~ 65
*Площадь водной поверхности озера, (% от среднемноголетней)	2011	100	40	60	68
	2012	100	94	100	95
	2013	100	70	95	95
*Степень зарастания, %	2011	50	80	90	60
	2012	50	20	56	90
	2013	45	63	35	10
Температура поверхности воды, °С	2011	25.0	27.0	28.0	32.0
	2012	25.7	26.8	26.6	26.0
	2013	25.7	24.7	23.4	24.0

Примечание. * — данные любезно предоставлены Е.В. Печенюк (Хоперский государственный природный заповедник).

На глубинах > 1.5 м сборы зоопланктона проводили планктоботометром объемом 5 л от поверхности до дна через каждые 0.5 м, на глубинах < 1 м — ведром с поверхности. Через газ с размером ячеек 64 мкм процеживали 20–50 л воды, пробы фиксировали 4%-ным формалином, камеральную обработку проводили по стандартной методике (Методика ..., 1975). Состояние зоопланктона и межгодовые изменения степени органической нагрузки (трофического статуса озер по зоопланктону) (Андроникова, 1996) оценивали по числу видов, коэффициенту трофности (Мяэметс, 1980), численности, биомассе, доле таксономических групп в общей численности и биомассе.

Сведения о количественных показателях зоопланктона и составе доминирующих видов представлены в табл. 2–4. Зоопланктон озера (Б. Голое), имеющего ежегодную связь с рекой, по сравнению с озерами, не испытывающими влияния разливов на протяжении 1–5 лет, отличался максимальным числом видов, величиной коэффициента трофности, численностью и биомассой (табл. 2). В период отсутствия разливов развитие зоопланктона озер в большей степени определялось комплексом внутренних и внешних факторов, среди которых особое значение имеет степень антропогенной нагрузки. В результате этого зоопланктон приобретал черты, характерные для менее или более трофных вод. Так, в 2011 г., после пятилетнего отсутствия связи с рекой, видовой состав зоопланктона оз. Б. Щуряче, находящегося в лесу в условиях минимального антропогенного пресса, характеризовал водоем как эвтрофный.

Таблица 2. Коэффициент трофности (Е) и число видов планктонных беспозвоночных исследованных озер

Показатель		Озера											
		Б. Голое			Ульяновское			Б. Щуряче			Кругобережное		
		2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013
Е		10.0	16.5	6.8	5.0	13.7	14.4	2.8	41.6	14.0	2.6	14.8	9.6
Прибрежье	I*	15	18	7	5	9	13	10	21	13	7	15	9
	II	6	1	1	1	3	4	3	3	2	8	3	1
	III	10	2	7	2	2	6	9	3	5	7	4	1
	IV	31	21	15	8	14	23	22	27	20	22	22	11
Центр	I	12	13	15	9	15	10	9	16	9	10	15	10
	II	3	1	3	1	2	1	1	3	2	1	4	3
	III	3	3	2	0	2	1	7	2	3	3	4	0
	IV	18	17	20	9	15	12	17	21	14	14	23	13
Общее	I	21	22	15	8	16	16	13	25	14	14	19	11
	II	7	1	3	2	4	4	3	4	2	8	4	3
	III	11	3	7	2	3	6	11	2	5	8	5	1
	IV	39	26	25	12	23	26	27	31	21	30	28	15

Примечание. * I — Rotifera, II — Copepoda, III — Cladocera, IV — всего.

В то же самое время оз. Ульяновское, испытывающее значительную антропогенную нагрузку (по берегам постоянно пасут скот, озеро используют для водопоя и купания скота, рядом проходит дорога и ЛЭП, часто бывают туристы) относилось к категории гипертрофных. Кроме того, более слабую степень органической

нагрузки на зоопланктон оз. Б. Щурячье характеризовали меньшая доля Rotifera в общей численности и биомассе зоопланктона и большая доля ракообразных (табл. 3), среди доминирующих видов отмечен лишь 1 индикатор высокотрофных условий, в то время как на разных участках оз. Ульяновское — 2–3 (табл. 4).

Таблица 3. Численность (N, тыс. экз./м³), биомасса (B, г/м³), доля таксономических групп в общей численности и биомассе зоопланктона и коэффициент трофности (E)

Озера	Участок	Год	N	B	Доля (%) в общей N			Доля (%) в общей B			E
					Rotifera	Copepoda	Cladocera	Rotifera	Copepoda	Cladocera	
Б. Голое	Литораль	2011	1041.2	7.543	56.4	42.0	1.6	3.0	29.5	67.6	2.8
		2012	25.0	0.117	73.7	25.2	1.1	84.2	13.8	2.0	18.0
		2013	433.8	1.438	19.1	58.6	22.4	6.0	49.0	45.0	3.5
	Центр	2011	371.0	1.288	23.1	76.8	0.1	5.1	94.8	0.0	14.0
		2012	786.6	3.839	95.9	4.0	0.1	97.7	2.0	0.4	19.5
		2013	551.8	3.234	23.7	36.5	39.9	9.9	39.5	50.6	6.3
Ульяновское	Литораль	2011	75.6	0.307	99.2	0.4	0.4	98.4	0.6	1.1	3.3
		2012	159.6	0.140	79.5	20.3	0.2	32.3	65.6	2.1	7.2
		2013	412.2	0.904	47.5	49.4	3.0	21.9	63.9	14.3	10.4
	Центр	2011	124.9	0.347	98.9	1.1	0.0	97.5	2.5	0.0	60.0
		2012	1302.0	0.775	97.8	2.2	0.0	90.5	9.2	0.2	16.5
		2013	275.2	0.673	56.6	39.0	4.4	23.3	65.8	10.9	35.0
Б. Щурячье	Литораль	2011	285.7	1.351	30.1	49.5	20.4	11.3	31.8	57.0	2.9
		2012	147.1	0.272	69.7	29.9	0.4	42.0	51.8	6.2	26.7
		2013	229.7	0.626	77.0	21.5	1.5	12.8	79.9	7.3	8.6
	Центр	2011	109.2	0.333	36.8	59.8	3.4	29.7	51.3	19.0	4.5
		2012	607.8	1.989	87.4	12.6	0.0	91.0	8.9	0.1	32.0
		2013	335.2	0.268	88.7	11.2	0.1	65.0	32.2	2.9	7.2
Крутобережное	Литораль	2011	212.1	1.696	33.9	24.0	42.1	5.9	40.3	53.8	1.3
		2012	490.0	3.625	30.9	67.8	1.3	2.8	95.5	1.7	15.0
		2013	477.2	3.485	58.1	39.6	2.3	68.4	15.2	16.4	13.5
	Центр	2011	112.3	0.264	76.1	23.0	0.9	81.8	16.3	2.0	12.0
		2012	480.6	2.266	36.1	63.7	0.2	18.2	81.2	0.6	13.1
		2013	728.7	3.033	49.1	50.9	0.0	56.1	43.9	0.0	11.7

Исчезновение связи с рекой ускоряет процессы заболачивания и зарастания пойменных водоемов (Баянов, Кривдина, 2013). Очевидно, что восстановление режима поемности приводит к обратным процессам, что мы наблюдали в 2012 и 2013 гг. Так, степень зарастания оз. Б. Щурячье сократилась на 21 и 34%, в оз. Ульяновское в год залития она снизилась на 60%, а при отсутствии связи с рекой на следующий год — увеличивалась на 43%. (табл. 1). Исключение наблюдалось на оз. Крутобережное, в котором степень зарастания при первом после годичного перерыва залития увеличилась на 30%, что, по всей видимости, связано с минимальными промежутком времени отсутствия разливов и сроком заливания, но резко — на 80% — сокращалась при повторном, когда срок заливания увеличился в 2 раза. Степень зарастания оз. Б. Голое, имеющего ежегодную связь с рекой, оставалась практически неизменной.

При первом после значительного перерыва залития водоемов в 2012 г., в результате увеличения их площади и разложения затопленной растительности, а также привнесения аллохтонной органики речными водами, изменялась также структура зоопланктона, в большей степени приобретая черты, характерные для более трофных условий. В литоральной зоне всех озер повышались число видов коловраток, величины коэффициента трофности, в оз. Щурячье — доля коловраток в общей численности и биомассе зоопланктона, в оз. Крутобережное и Ульяновское — общая численность (табл. 3).

В центре оз. Щурячье происходили те же изменения, что и в литоральной зоне, а в оз. Ульяновское, которое в 2011 г. характеризовалось максимальным коэффициентом трофности, его величина снижалась, и максимально возрастали численность и биомасса зоопланктона. Следовательно, часть изменений структуры зоопланктона участка водоема, который в предыдущий перед заливанием период характеризовался наиболее трофными условиями, в первый год разлива свидетельствовала о снижении степени органической нагрузки.

Изменения зоопланктона озер на второй год залития указывали на неоднозначность процессов. В оз. Щурячье одновременно отмечены признаки, наблюдаемые как при снижении органической нагрузки, так и при ее увеличении. О первом свидетельствовало сокращение числа видов коловраток, величин коэффициента трофности, увеличение доли веслоногих ракообразных в общей биомассе зоопланктона, о втором — повышение общей численности и биомассы сообщества, доли коловраток в общей численности (табл. 3). В литорали оз. Крутобережное, где максимально сокращалась степень зарастания, отмечены только признаки повышения трофности: за счет ракообразных максимально снижалось общее число видов, увеличивалась доля коловраток в общей численности и биомассе. Изменения зоопланктона центральных участков водоемов также сочетали черты, характерные для двух разнонаправленных процессов. О повышении органической нагрузки свидетельствовало увеличение доли коловраток в общей численности и биомассе (озера Щурячье, Крутобережное), общей численности и биомассы зоопланктона (озера Крутобережное), о снижении — сокращение числа видов коловраток (оз. Щурячье), коэффициента трофности (оз. Щурячье), численности и биомассы зоопланктона (оз. Щурячье), доли коловраток в общей численности и биомассе (озера Щурячье, Крутобережное).

Таблица 4. Доминирующие виды зоопланктона исследованных озер

Озеро	Участок	N	B
Б. Голое	Литораль	<i>Brachionus angularis</i> Gosse (2011), <i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg) (2012), <i>Bosmina (Bosmina) longirostris</i> (O.F. Müller) (2013), науплиусы (2011–2013) и копепоиды (2011) Cyclopoida, <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse (2012)	копепоиды Cyclopoida (2011, 2013), <i>Ceriodaphnia reticulata</i> (Jurine) (2011), <i>Asplanchna priodonta</i> (2012), <i>Bosmina (B.) longirostris</i> (2013), копепоиды Cyclopoida (2011, 2013), <i>Ceriodaphnia reticulata</i> (Jurine) (2011), <i>Asplanchna priodonta</i> (2012), <i>Bosmina (B.) longirostris</i> (2013)
	Центр	<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin (2011), ювенильные Cyclopoida (2011), <i>Asplanchna priodonta</i> (2012), <i>Keratella cochlearis</i> (Gosse) (2012), <i>Filinia longiseta</i> (2012), науплиусы Cyclopoida (2013), <i>Bosmina (B.) longirostris</i> (2013)	науплиусы (2011), копепоиды (2011, 2013) и взрослые особи <i>Thermocyclops crassus</i> (Fischer) (2011, 2013), <i>Asplanchna priodonta</i> (2012), <i>Bosmina (B.) longirostris</i> (2013)
Ульяновское	Литораль	<i>Brachionus diversicornis</i> (Daday) (2011), <i>B. forficula</i> (Wierzejski) (2011), <i>B. angularis</i> (2012), <i>Asplanchna priodonta</i> (2011), <i>Polyarthra longiremis</i> Carlin (2012), <i>P. vulgaris</i> Carlin (2012), <i>Keratella cochlearis</i> (2012), <i>Trichocerca elongata</i> (Gosse) (2013), науплиусы Cyclopoida (2012, 2013)	<i>Brachionus diversicornis</i> (2011), <i>B. angularis</i> (2012), <i>Asplanchna priodonta</i> (2011), ювенильные Cyclopoida (2012, 2013), <i>Thermocyclops crassus</i> (2012)
	Центр	<i>Brachionus diversicornis</i> (2011), <i>Trichocerca capucina</i> (Wierzejski et Zacharias) (2011), <i>Keratella cochlearis</i> (2012), <i>Gastropus stylifer</i> Imhof (2013), <i>Trichocerca longiseta</i> (2013), науплиусы Cyclopoida (2013)	<i>Asplanchna priodonta</i> (2011), <i>Brachionus diversicornis</i> (2011), <i>Keratella cochlearis</i> (2012), <i>Synchaeta pectinata</i> Ehrb. (2012), <i>Gastropus stylifer</i> (2013), ювенильные Cyclopoida (2013), <i>Thermocyclops crassus</i> (2013)
Б. Щуряче	Литораль	<i>Hexarthra mira</i> (Hudson) (2011, 2012), <i>Polyarthra longiremis</i> (2012), <i>P. vulgaris</i> (2012), <i>Keratella cochlearis</i> (2013), <i>K. quadrata</i> (Müller) (2013), <i>Diaphanosoma brachyurum</i> Lievin (2011), науплиусы (2011–2013) и копепоиды (2011) Cyclopoida	<i>Hexarthra mira</i> (2011), <i>Synchaeta pectinata</i> (2012), <i>Diaphanosoma brachyurum</i> (2011), науплиусы (2011, 2012) и копепоиды (2011, 2012) Cyclopoida, <i>Eudiaptomus transylvanicus</i> (Daday) (2013)
	Центр	<i>Hexarthra mira</i> (2011–2013), <i>Keratella cochlearis</i> (2013), <i>K. quadrata</i> (2013), науплиусы (2011–2013) и копепоиды (2011) Cyclopoida	<i>Hexarthra mira</i> (2012, 2013), <i>Keratella quadrata</i> (2013), <i>Asplanchna priodonta</i> (2012, 2013), <i>A. sieboldi</i> (Leydig) (2012), науплиусы (2012, 2013) и копепоиды (2011, 2013) Cyclopoida (2011), <i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F. Müller) (2011)
Крутобережное	Литораль	<i>Keratella cochlearis</i> (2012), <i>Asplanchna sieboldi</i> (2013), науплиусы (2012, 2013) и копепоиды (2011, 2012) Cyclopoida, <i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Müller) (2011), <i>Thermocyclops crassus</i> (2012)	<i>Asplanchna sieboldi</i> (2013), <i>Chydorus sphaericus</i> (2011), копепоиды Cyclopoida (2011, 2012), <i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer) (2011), <i>Thermocyclops crassus</i> (2012), <i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus) (2012), <i>Scapholeberis mucronata</i> (2013)
	Центр	<i>Synchaeta pectinata</i> (2011), <i>Brachionus diversicornis</i> (2011, 2013), <i>Asplanchna sieboldi</i> (2013), науплиусы (2011–2013) и копепоиды (2012) Cyclopoida, <i>Thermocyclops crassus</i> (2012)	<i>Synchaeta pectinata</i> (2011), <i>Brachionus diversicornis</i> (2011, 2013), <i>Asplanchna sieboldi</i> (2013), науплиусы (2012, 2013) и копепоиды (2012), <i>Thermocyclops crassus</i> (2012), <i>Mesocyclops leuckarti</i> (2012)

В литоральной зоне оз. Ульяновское, которое в 2013 г. не испытывало влияния речных вод, увеличились численность и биомасса зоопланктона, коэффициент трофности, но при этом снижалась доля коловраток и возрастала доля ракообразных, что, по всей видимости, определялось повышением степени зарастания. В центре озера возрастала величина коэффициента трофности, но снижалась общая численность зоопланктона и доля коловраток в общей численности и биомассе.

Важно отметить, что сходные трансформации наблюдались и в ежегодно заливаемом оз. Б. Голое. Так, в 2012 г. в разных участках водоема сокращалось число видов ракообразных, общая численность и биомасса, увеличивались количество видов коловраток, коэффициент трофности, доля коловраток в общей численности и биомассе. А в 2013 г. отмечены изменения, характеризующие процессы снижения органической нагрузки: в литоральной зоне уменьшались число видов коловраток, величина коэффициента трофности, доля коловраток в общей численности и биомассе зоопланктона на фоне увеличения доли веслоногих ракообразных; в центре сокращались число видов коловраток, величина коэффициента трофности, доля коловраток в общей численности и биомассе зоопланктона на фоне увеличения доли веслоногих в общей численности и ветвистоусых ракообразных в общей биомассе.

По всей видимости, это связано с изменением режима поемности в 2012 г. В ходе проведения анализа изменений наземной растительности и пригодности почв для возделывания сельскохозяйственных культур были выделены короткая (срок стояния полых вод ≤ 7 дней), средняя (от 7 до 15 дней), продолжительная (15–30 дней) и очень продолжительная поемность (> 30 дней) (Шраг, 1954). Отмечено, что очень продолжительная поемность способствует заболачиванию и развитию болотной растительности, т.е. наблюдаются те же процессы, что и в акватории озер в отсутствии разливов. Следовательно, очень продолжительная поемность вызывает реакцию зоопланктона, сходную с реакцией на увеличение органической нагрузки. Но при повторении такого режима в условиях постоянной площади зеркала водоема и степени его зарастания изменения структуры сообщ-

ществ уже не указывали на увеличение органической нагрузки, напротив, часть из них указывала на ее снижение: уменьшалось число видов коловраток, коэффициент трофности, доля коловраток в общей численности и биомассе, преобладали веслоногие ракообразные.

Таким образом, структура зоопланктона пойменных озер, заливаемых речными водами, свидетельствует о высоком трофическом статусе водоемов, а половодье выступает в роли импульсно-стабилизирующего фактора, определяющем начальный этап циклической сукцессии. В отсутствии затопления структура зоопланктона озер характеризует либо менее трофные условия (оз. Щуряче), либо более (оз. Ульяновское), что зависит от комплекса внешних и внутренних факторов, т.е. от того, на какой стадии сукцессии или степени заболачивания находится водоем, а также от влияния антропогенной нагрузки. Аналогичные данные получены на ряде пойменных водоемов тропических и умеренных широт (Junk, Wantzen, 2004; Thomaz et al., 2007; Wantzen et al., 2008). Уже на второй год восстановление режима поемности максимально «гомогенизирует» условия развития зоопланктона озер, что согласуется с основными положениями концепции пульса половодья (Junk et al., 1989; Wantzen et al., 2008).

Авторы благодарят Н.А. Карпова и Е.В. Печенюк (Хоперский государственный природный заповедник) за ценные консультации, а также А.И. Цветкова (ИБВВ РАН) за помощь в отборе проб.

Исследования проведены при поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития», Подпрограмма «Биоразнообразие: состояние и динамика».

Список литературы

- Андроникова И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. С.-Пб.: Наука, 1996. 189 с.
- Баянов Н.Г., Кривдина Т.В. Межсезонная динамика гидролого-гидрохимических показателей реки и ее стариц (на примере р. Керженец) // Известия РАН. Сер. Географическая. 2013. № 2. С. 52–67.
- Крылов А.В. Видовое богатство зоопланктона пойменных озер Хоперского заповедника // Труды Хоперского государственного заповедника. Вып. VIII. Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2013. С. 54–70.
- Крылов А.В. Межгодовые изменения летнего зоопланктона пойменных озер р. Хопер // Поволжский экол. журн. в печати.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.
- Мязметс А.Х. Изменения зоопланктона // Антропогенное воздействие на малые озера. Л.: Наука, 1980. С. 54–64.
- Прокин А.А., Решетников А.Н. Фауна водных макробеспозвоночных пойменных озер Хоперского заповедника // Тр. Хоперского гос. зап.-ка. Вып. VIII. Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского гос. ун-та, 2013. С. 137–157.
- Шраг В.И. Пойменные почвы, их мелиорация и сельскохозяйственное использование. М.: Изд-во АН СССР, 1954. 110 с.
- Junk W.J., Bayley P.B., Sparks R.E. The flood pulse concept in river-floodplain systems // Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences. 1989. V. 106, P. 110–127.
- Junk W.J., Wantzen K.M. The Flood Pulse Concept: New Aspects, Approaches and Applications — An Update // Proceedings of the second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries. Vol. II / Welcomme R.L., Petr T. (Eds.). FAO Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand. RAP Publication, 2004. P. 117–140.
- Thomaz S.M., Bini L.M., Bozelli R.L. Floods increase similarity among aquatic habitats in river floodplain systems // Hydrobiologia. 2007. Vol. 579. P. 1–13.
- Wantzen K.M., Junk W.J., Rothhaupt K. An extension of the flood pulse concept (FPC) for lakes // Hydrobiologia. 2008. Vol. 613. P. 151–170.

УДК 504.453.03

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ БАСЕЙНОВ МАЛЫХ И СРЕДНИХ РЕК УКРАИНЫ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ИХ ВОДОСБОРНУЮ ТЕРРИТОРИЮ (НА ПРИМЕРЕ Р. ТРУБЕЖ)

М. Н. Ладыка, А. В. Дорошенко

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, 03041, Киев,
ул. Героев Оборона, 15, Украина, marina_ladyka@i.ua, alla.poplavskay@gmail.com

В работе представлено оценку антропогенной нагрузки на водосборную площадь на примере бассейна р. Трубеж. Установлено, что за совокупностью всех критериев его экологическое состояние оценено как удовлетворительное. Отмечено, что наихудшие показатели наблюдаются в подсистеме "Использование речного стока".

Ключевые слова: индукционный коэффициент антропогенной нагрузки, бассейн реки, использования земель, речной сток, качество воды, радиоактивное загрязнение территории.

ECOLOGICAL STATE OF BASINS OF SMALL AND MEDIUM RIVERS OF UKRAINE AS AN INDICATOR OF ANTHROPOGENIC PRESSURE ON THEIR DRAINAGE BASIN (ON EXAMPLE OF TRUBIZH RIVER)

Maryna M. Ladyka, Alla V. Doroshenko

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

The article deals with evaluation of anthropogenic pressure on drainage basin on example of Trubizh river basin. Determined that the total of all criterions the ecological state of river basin estimated as "satisfactory". Identified, that worst state is observed in sub-system "Using of river flow".

Keywords: coefficient of anthropogenic pressure, river basin, land use, river flow, quality of water, radioactive pollution of the territories.

Одним из важных вопросов современности в сфере охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов Украины выступает экологическая ситуация в бассейнах средних и малых рек. Современное экстенсивное использование водных и земельных ресурсов в этих экосистемах привело к нарушению экологического равновесия и возникновения таких проблем как: загрязнение водоемов, разрушение природных ландшафтных комплексов речных долин и прилегающих территорий, инженерной перестройки русел и пойм вследствие мелиоративных работ (Гриб, 2010; Игошин, 2009). Бассейн малой реки является индикатором состояния окружающей среды, обусловленного уровнем антропогенной нагрузки на составляющие его ландшафтных комплексов. Современные подходы к изучению антропогенного воздействия на речных водосборах и в долинах основываются на экосистемном или бассейновом подходе, который заключается в комплексной оценке использования водных и земельных ресурсов, структуры ландшафтов и их загрязнения.

Бассейн малой реки является сложной саморегулирующейся системой, которая обладает способностью к функционированию независимо от изменений внешних условий (Клименко, 2007). Определение антропогенного воздействия на бассейны малых и средних рек в существующих социо-экономических условиях имеет важное значение, ведь возможная потеря этих экосистем приведет к ряду глобальных экологических проблем (уменьшение водности рек первого порядка, потери ценных биологических видов и т.д.) (Клименко, 2010). Поэтому, в настоящее время возникла необходимость разработки стратегии их возрождения, научным основанием которой является реальная информация об экологическом состоянии речных водосборов.

Целью данного исследования было изучение современной антропогенной нагрузки на территории бассейнов малых и средних рек Украины и научное обоснование путей экологического оздоровления их водных ресурсов. Ключевым участком избрана водосборная площадь р. Трубеж.

Материалы и методика исследований. В работе проанализированы статистические и картографические данные современного экологического состояния и использования земельных и водных ресурсов, а также результаты собственных лабораторно-аналитических исследований качества воды, которые проводились в 2007–2013 гг. Анализ экологической ситуации на исследуемой территории осуществляли согласно «Методики расчета антропогенной нагрузки и классификации экологического состояния бассейнов малых рек Украины» (Яцик и др., 2007).

Результаты исследований. Согласно Географической энциклопедии Украины, река Трубеж пересекает две административные области Украины – Черниговскую (Козелецкий и Бобровицкий р-ны) и Киевскую (Броварской, Згуровский, Барышевский и Переяслав-Хмельницкий р-ны). Она берет начало у с. Сухини Козелецкого р-на Черниговской обл., а в пределах г. Переяслав-Хмельницкий впадает в Каневское водохранилище. Длина реки составляет 124,6 км, а площадь ее водозабора — 4700 км². В пойме функционирует Трубежская осушительно-увлажнительная мелиоративная система с площадью дренированных земель 28,3 тыс. га.

Подавляющее большинство средних и малых рек остро реагируют на загрязнение сточными водами промышленных и сельскохозяйственных предприятий, а также коммунального хозяйства. Поэтому, нами проведен анализ структуры преобладающих отраслей народного хозяйства, которые являются потенциальными загрязнителями окружающей природной среды в бассейне р. Трубеж, расположенных в Киевской области. Как показано на рисунке 1 у истоковой части бассейна (Броварской р-н Киевской обл.) на экологическую ситуацию наиболее всего влияют предприятия промышленности (58%) и аграрного сектора (32%). В его центральной и устьевой частях (Барышевский, Бориспольский и Переяслав-Хмельницкий р-ны) значительную антропогенную нагрузку осуществляют сельскохозяйственные предприятия (соответственно 86, 64 и 92%) и только от 5 до 18% — промышленность и жилищно-коммунальное хозяйство.

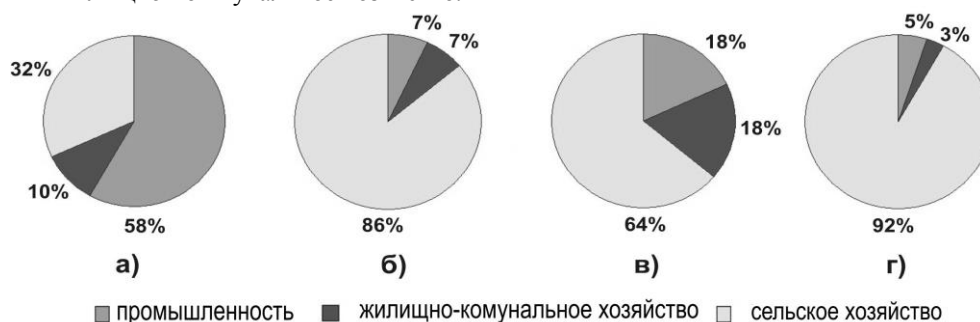


Рис 1. Структура преобладающих отраслей народного хозяйства, которые являются потенциальными загрязнителями окружающей природной среды в пределах бассейна р. Трубеж: а) Броварской р-н.; б) Барышевский р-н.; в) Бориспольский р-н.; г) Переяслав-Хмельницкий р-н. Киевской обл.

Антропогенную нагрузку и выявление источников загрязнения на ландшафты исследуемой территории оценивали на основе системной модели, которая построена по иерархическому логико-математическому принципу и состоит из анализа четырех подсистем: радиоактивного загрязнения территории, использования земель, использования речного стока и качества воды (табл. 1).

При отсутствии радиоактивного загрязнения на территории бассейна или в случае его незначительной величины, подсистема «Радиоактивное загрязнение территории» изымается из системной модели «Бассейн малой (средней) реки» и расчеты антропогенной нагрузки и классификации экологического состояния выполняют по подсистемам «Использование земель», «Использование речного стока» и «Качество воды». По результатам

анализа показателей уровня излучения Cs^{137} (0.1–0.27 Ки/км²), Sr^{90} (0.027–0.04 Ки/км²) и Pu^{239} (0.001–0.0027 Ки/км²), входящих в подсистему «Радиоактивное загрязнение территории», состояние водосбора р. Трубеж оценивается как «удовлетворительное».

Таблица 1. Оценка антропогенной нагрузки и классификация экологического состояния бассейна р. Трубеж

Показатель	Значение показателя	Мера	Оценка показателя
Подсистема «Радиоактивное загрязнение территории»			
Sr^{90} , Ки/км ²	0.027 – 0.04	0	Удовлетворительный
Cs^{137} , Ки/км ²	0.1 – 0.27	0	Удовлетворительный
Pu^{239} , Ки/км ²	0.001 – 0.0027	0	Удовлетворительный
Обобщенное состояние подсистемы		0	Удовлетворительное
Подсистема "Использование земель"			
Лесистость, %	9.7	-4	Значительный
Естественное состояние, %	14	-4	Значительный
Сельхозосвоенность, %	79.7	-1	Выше нормы
Распаханность, %	55.6	1	Низкий
Урбанизация, %	2.85	4	Очень низкий
Показатель эродированности, т/га за год	2	4	Очень низкий
Обобщенное состояние подсистемы		0	Удовлетворительное
Подсистема "Использование речного стока"			
Фактическое использование речного стока	66%	-5	Очень высокий
Безвозвратное водопотребление	56.8%	-5	Очень высокий
Сброс воды в речную сеть	27.6 %	-1	Выше нормы
Сброс загрязненных сточных вод	1.7%	1	Близкий к норме
Обобщенное состояние подсистемы		-1.4	Плохое
Подсистема "Качество воды" за наихудшими показателями			
Блок показателей солевого состава, I_1	3.33	II класс 3 категория «достаточно чистая» вода с тенденцией приближения к «удовлетворительной»	
Блок трофо-сапробиологических показателей, I_2	1.0	I класс 1 категория «отличных», «очень чистых вод»	
Блок специфических показателей токсического действия, I_3	3.4	II класс 3 категория «хороших», «достаточно чистых» вод с тенденцией к «удовлетворительным»	
Обобщенное состояние подсистемы "Качество воды" по степени чистоты по худшим показателям		1	Класс качества воды - II (вода чистая) Категория качества воды – 3 (переходная к «хорошим», «достаточно чистым»)
Обобщенное экологическое состояние бассейна реки			
Коэффициент антропогенной нагрузки (ИКАН)	0.22	Состояние бассейна: «удовлетворительное»	

Исходными данными для оценки состояния использования земель водосборной площади являются следующие показатели: лесистость бассейна (суммарная площадь лесов, лесополос и дерево-кустарниковой растительности), территории, находящиеся в естественном состоянии (болота, земли под водой, леса естественного и искусственного происхождения, защитные водоохранные насаждения, заповедные территории, пастбища, сенокосы, залежи), сельскохозяйственная освоенность (все сельскохозяйственные угодья на территории бассейна: пашня, многолетние насаждения, сенокосы, пастбища, залежи, приусадебные земли), распаханность (пашня и приусадебные земли), урбанизация (площадь земель, на которых размещены населенные пункты, объекты промышленности, транспорта, связи и др.), а также эродированность земель. Анализируя данные этой подсистемы можно констатировать антропогенную нагрузку на земельные ресурсы в результате хозяйственной деятельности на этих территориях.

Бассейн р. Трубеж относится к Лесостепной Левобережной природно-сельскохозяйственной провинции и охватывает площадь 4700 км². Проведя сравнительную характеристику фактических показателей использования земельных ресурсов в его пределах с существующими критериями в разрезе природно-сельскохозяйственного районирования территории Украины, установлено, что по показателю лесистости (9.7%) уровень использования земель оценивается как «значительный», по степени естественного состояния (14%) — «значительный», по сельхозосвоению (79.7%) — «выше нормы», по распаханности (55.6%) — «низкий», по урбанизации территории (2.85%) — «очень низкий», по степени эродированности (2 т/га в год) — «очень низкий». В целом состояние подсистемы «Использование земель» в исследуемом бассейне является «удовлетворительным» (величина степени — 0) (см. таблицу).

Для оценки степени антропогенной нагрузки на водные ресурсы используют подсистему «Использование речного стока». Источником информации для определения фактических величин речного стока послужили данные государственной статистической отчетности по форме 2 тп-водхоз Трубежского межрайонного управления водного хозяйства в Киевской области. В результате анализа основных показателей, входящих в состав этой подсистемы, установлено, что показатель фактического (полного) использования речного стока (66%) яв-

ляется «очень высоким»; безвозвратного водопотребления речного стока (56.8%) — «очень высоким»; сброса воды в речную сеть (27.6%) — «выше нормы», а сброса загрязненных сточных вод в речную сеть (1.7%) — «близким к норме». За выше перечисленными критериями Обобщенное состояние этой подсистемы оценивается как «плохое» (величина степени — (-1.4)).

Уровень антропогенного загрязнения воды рассчитывается в подсистеме «Качество воды». Оценка качества поверхностных вод проводят по комплексу общих и специфических показателей, которые, согласно методике, группируют по трем блокам: солевого состава, трофо-сапробиологических (эколого-санитарных) показателей и содержания специфических веществ токсического и радиационного воздействия (Васенко, 2010; Яцик и др., 2006). Для классификации состояния бассейна реки определяют класс и категорию качества поверхностных вод. Оценка качества воды проводится по худшим показателям.

Согласно результатам проведенного анализа, вода в р. Трубеж по содержанию компонентов солевого состава относится к II классу 3 категории и считается «хорошей», «достаточно чистой» с тенденцией приближения к категории «удовлетворительной», «слабо загрязненной» ($I_1 = 3.33$). По трофо-сапробиологическим показателям — к I классу 1 категории «отличных», «очень чистых» вод ($I_2 = 1.0$). Согласно значениям блока специфических показателей токсического действия ($I_3 = 3.4$) — к II классу 3 категории «хороших», «достаточно чистых» вод с тенденцией приближения к «удовлетворительным», «слабо загрязненным». По показателю интегрального экологического индекса ($I_3 = 2.6$) вода исследуемой реки характеризуется как «чистая вода» II класса, 3 категории «переходная к хорошим», «достаточно чистым». По результатам комплексной оценки всех подсистем бассейна реки рассчитан индукционный коэффициент антропогенной нагрузки (ИКАН), который составил 0.22, что соответствует «удовлетворительному» экологическому состоянию бассейна реки.

Выводы. 1. Согласно проведенному анализу, экологическое состояние бассейна р. Трубеж в целом является удовлетворительным. Однако особого внимания требует использования речного стока и земельных ресурсов, а также загрязнение поверхностных вод.

2. Для обустройства, возрождения и охраны исследуемой реки, ликвидации источников загрязнения воды все проведенные мероприятия должны быть экологически направленными. Также необходимо восстановить все основные природные факторы речной системы. Русло р. Трубеж требует расчистки от заиления, что будет способствовать улучшению водотока реки и созданию реофильных условий, которые помогут избежать развитию процесса ее заболачивания. Кроме того, Трубежская мелиоративная система, расположенная в пойме реки, нуждается в реставрации, которую необходимо провести локально с учетом хозяйственной и природной значимости конкретной территории.

Список литературы

- Васенко О.Г., Верниченко-Цветков Д.Ю., Коваленко М.С., Ковалева О.М., Поддашкин О.В. Экологическая оценка состояния поверхностных вод Украины с учетом региональных гидрохимических особенностей // Сборник научных трудов Украинского научно-исследовательского института экологических проблем. Харьков, 2010. Режим доступа: http://www.nbu.gov.ua/portal/Natural/ponp/2010/2010-Articles/UkrNDI-EP_2010_04.pdf (на украинском языке).
- Гриб Й.В., Войтишина Д.И. Концептуальные основы возрождения трансформированных экосистем малых рек равнинной части территории Украины // Сборник материалов II Всеукраинского съезда экологов с международным участием. Винница, 2010. Режим доступа: <http://eco.com.ua/content/kontseptualni-osnovi-vidrodzhennya-transformovanikh-ekosistem-malikh-richok-rivninnoi-chasti> (на украинском языке).
- Опыт использования «Методики экологической оценки качества поверхностных вод по соответствующим категориям» (объяснение, оговорки, примеры) / А.В. Яцик, В.М. Жукинський, А.П. Чернявская, И.С. Езловецкая. К.: Оріяны, 2006. 44 с. (на украинском языке).
- Игошин Н.И. Проблемы восстановления и охраны малых рек и водоемов. Гидроэкологические аспекты. Учебное пособие. Харьков: Бурун Книга, 2009. 240 с.
- Методика расчета антропогенной нагрузки и классификации экологического состояния бассейнов малых рек Украины / А.В. Яцик, Л.Б. Бишовець, О.М. Петрук и др. К., 2007. 67 с. (на украинском языке).
- Клименко М.О., Клименко О.М., Статник И.И. Охрана водных объектов от антропогенного воздействия // Весник КНУ им. Михаила Остроградского. Кременчуг, 2010. Вып. 6/2010 (65), ч. 1. С. 177–181. Режим доступа: http://www.nbu.gov.ua/portal/Natural/Vkdpu/2010_6_1/177.pdf (на украинском языке).
- Клименко М.О., Лихо О.А., Вознюк Н.М. Пути улучшения экологического состояния водных экосистем // Весник Национального университета водного хозяйства и природопользования. Ровно, 2007. Вып. 3 (39). Ч. 1. С. 64–70. Режим доступа: <http://nuwm.rv.ua/metods/asp/v401.html> (на украинском языке).

УДК 556.047:504.453 (477)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА ПРИ ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ БАСЕЙНА Р. ИРПЕНЬ (УКРАИНА)

М. Н. Ладыка, О. В. Корх

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, 03041, Киев,
ул. Героев Оборон, 15, Украина, marina_ladyka@i.ua, aleksandrkorh@mail.ru

В исследовании использованы принципы системного подхода при оценке экологического состояния бассейна р. Ирпень. Проанализированы такие подсистемы как: состояние земельных и водных ресурсов, радиоактивное загрязнение территории. В целом, экологическое состояние водосборной площади р. Ирпень оценивается как «удовлетворительное».

Ключевые слова: системный подход, экологическое состояние, землепользование, речной сток, качество воды, радиоактивное загрязнение территории, бассейн р. Ирпень, плодородие, эколого-мелиоративное состояние.

USING OF SYSTEMATIC APPROACH FOR ASSESSMENT OF ECOLOGICAL CONDITION OF IRPEN RIVER BASIN (UKRAINE)

Maryna M. Ladyka, Aleksandr V. Korkh

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

The article deals with use of systematic approach principles with evaluation of ecological condition of Irpen' river basin. It is analyzed of such subsystems as: state of land and water resources, radioactive contamination of territory. In general, ecological state of Irpen' river basin is evaluated as «satisfactory».

Keywords: systematic approach, ecological condition, land use, river flow, quality of water, radioactive pollution of the territories, Irpen river basin, fertility, ecological-ameliorative state.

В результате антропогенной деятельности большинство бассейнов рек Украины потеряли свое естественное состояние. В результате вырубки лесов, осушения болот и заболоченных территорий, широкомасштабного промышленного и бытового загрязнения, распашки пойм и загрязнения водной среды произошли изменения всех компонентов водосборов рек. Основными экологическими проблемами на этих территориях являются: загрязнение токсическими веществами водных артерий, уменьшение их водности, обмеление, образование мощных илистых обложений, заболачивание, эвтрофикация, интенсивное развитие эрозионных процессов, уменьшение биопродуктивности и т.д. Бассейны рек чувствительны к антропогенной нагрузке и отвечают на эту нагрузку негативными изменениями, которые ухудшают или ограничивают водо- и землепользование (Игошин, 2009). Особенно подобные изменения коснулись малых и средних рек.

Учитывая современное состояние водных ресурсов, следует проводить комплексные исследования, направленные на оценку современной и прогноз ожидаемой гидроэкологической и водохозяйственной ситуации, анализ экологического состояния бассейнов всех рек их притоков, усовершенствование экологического и других видов мониторинга водных объектов (Бугреева и др., 2001). Для выявления и прогнозирования природоохранных проблем и антропогенного влияния в речных бассейнах, а также сбалансированного водопользования и управления водными ресурсами в Украине используют бассейновый подход (Игошин, 2009).

Исследование экологического состояния бассейнов рек — это необходимый этап для обеспечения их обустройства, охраны и рационального использования природных ресурсов этих территорий. Важным моментом является получение объективной всесторонней информации в процессе научного познания этих ландшафтных комплексов. При этом ведущее место занимает использование системно-экологического подхода, который представляет собой учет всей совокупности экологических аспектов, их системных свойств и экологических характеристик, а также специальной методологической и процедурной базы исследования. Он основывается на умении выделять ключевые факторы, влияющие на функционирование и развитие системы в целом, на формирование иерархии этих факторов и их взаимосвязи с внешней и внутренней средой.

С точки зрения системного анализа бассейн реки представляет собою сбалансированную геоэкологическую систему, состоящую из взаимосвязанных подсистем (непосредственно река, пойменная территория, водосборная плакорная территория). В свою очередь последние можно также разделить на более детальные элементы (например, качество воды, водный сток, водная биота, почвенный покров, уровни грунтовых вод, качество дренажных вод, состояние наземного биоразнообразия и т.д.) Эти подсистемы отделены между собою только визуально и структурно, но очень тесно связаны между собой функционально. В целом экологическое состояние реки — интегрированный показатель состояния всех структурных элементов водосборной площади (Игошин, 2009).

Как отмечает А.И. Баканов (2005), при исследовании экосистем необходимо обращать внимание на их гетерогенность (наличие разных подсистем, блоков, комбинаций, элементов) и важно уметь выделять их составные части. Изучение закономерностей и механизмов образования сложного объекта по определенным составляющим является методологической спецификой системного подхода. Структурный анализ системы начинается с выявления ее состава, детального исследования частей (элементов) и определения их неделимости (Корбутяк, 2010).

В данное время исследователи, которые пользуются методологией системного анализа, используют весьма разветвленный научный инструментарий, из которого состоит технология системного анализа. Причем каждый из авторов составляет свою классификацию этапов системного анализа. Каждый автор, работая в определенной сфере и на определенном уровне управления, создает такую классификацию, которая наиболее подходит для решения задач этой отрасли (Корбутяк, 2010).

В нашем исследовании рассматривается экологическое состояние бассейна р. Ирпень с использованием принципов системного подхода. В этом контексте нами проводились полевые и лабораторные исследования с отбором и анализом образцов почвенного покрова поймы и плакорных территорий, отбором и анализом проб грунтовой, речной и дренажной воды. Также осуществляли анализ опубликованной официальной экологической статистической информации относительно качества окружающей природной среды исследуемой территории и картографических материалов.

Оценка экологического состояния водосборной площади проведена нами, на основе анализа следующих подсистем: состояние земельных и водных ресурсов, радиоактивное загрязнение территории и состояние биоразнообразия. Каждая из этих подсистем включала также набор своих критериев: состояние земельных ресурсов — показатели лесистости, распаханности территории и территории, находящейся в природном состоянии, сельскохозяйственной освоенности, урбанизации, эродированности, плодородия почв, их эколого-мелиоративного состояния, качества грунтовых вод и экологической устойчивости водосбора реки.

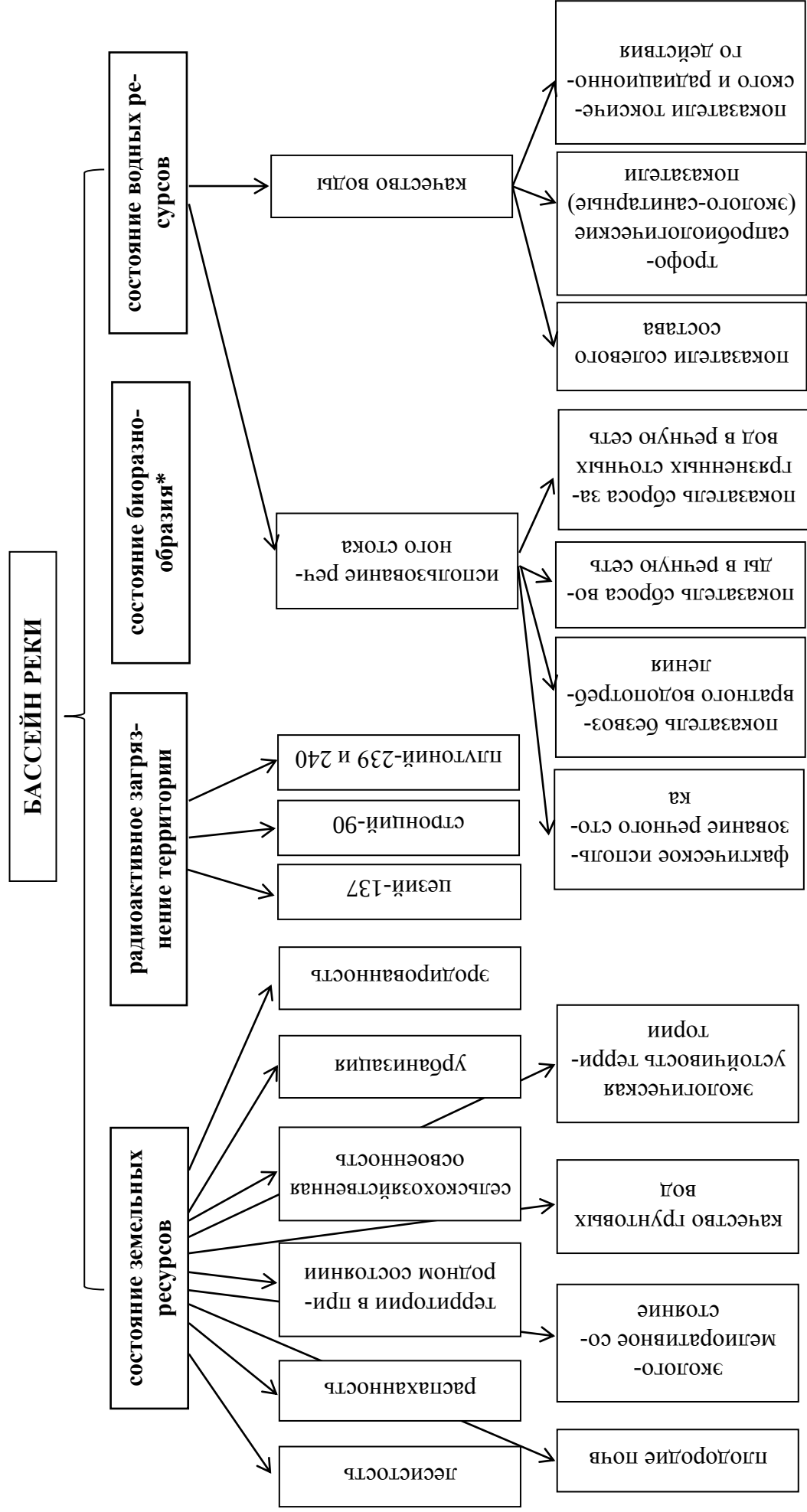


Рис. 1. Блок-схема ориентировочных критериев оценки экологического состояния бассейна р. Ирпень. * — в стадии разработки.

Состояние водных ресурсов рассматривалось с точки зрения использования речного стока: его фактическое использование, показатель безвозвратного водопотребления, показатель сброса воды и сброса загрязненных сточных вод в речную сеть, а также качества воды по показателям солевого состава, трофосапробиологическим (эколого-санитарным) и показателям токсического и радиационного действия. Подсистема «состояние биоразнообразия» на данный момент находится в стадии разработки (рис. 1).

Река Ирпень является правым притоком р. Днепр. Её протяженность составляет 156.9 км, а площадь водосборного бассейна — 3340 км² (из них 2250 км² — в пределах Киевской области), что позволяет отнести ее к средним рекам. Бассейн Ирпеня расположен, преимущественно, в переходной части между зонами Полесья и Лесостепи.

Основной приток — Унава (правая). Всего в Ирпень впадает 37 рек. К левобережным относятся: Калиновка, Жарка, Свинорыка (с левым притоком Сивка), Видьманка, Лупа, Куделя, Трубище, Буча, Рокач, Козка, а к правобережным — Кривянка, Белка, Шишкарёвка, Веприк, Унава, Нива, Любка, Горенка, Мощунка, Бобрица. Сток реки зарегулирован водохранилищами (Лесное и Корнинское) и многочисленными прудами. В бассейне Ирпеня действуют небольшие осушительные и осушительно-увлажнительные системы (Бучанская, Тарновская, Шпильковская и другие) и большая Ирпенская осушительно-увлажнительная мелиоративная система (ОУМС) площадью 8.2 тыс. га. На отрезке 131 км р. Ирпень является магистральным каналом Ирпенской ОУМС и регулирует сток поверхностных и уровень грунтовых вод.

Анализ критериев, входящих в подсистему «радиоактивное загрязнение территории», был нами проведен используя картографические материалы (<http://chornobyl.in.ua/uk/karty-radiacia-ukraina.html>). Исследуемая территория характеризуется удовлетворительными показателями, отражающими уровни излучения ¹³⁷Cs — 0.1–0.27 Ки/км², ⁹⁰Sr — 0.1–0.27 Ки/км² и ²³⁹Pu и ²⁴⁰Pu — 0.001–0.0027 Ки/км².

В соответствии с данными, полученными в результате анализа топографических карт и статистической информации, лесистость бассейна составляет 12%, что выше нормы для этой природно-климатической зоны, распаханность территории находится на уровне 61.2% (низкий показатель), территории, находящиеся в природном состоянии занимают 26.2% — выше нормы, с/х освоенность 79.1% — выше нормы, урбанизация 4.8% — выше нормы. В наше время количество эродированных земель в бассейне Ирпеня составляет 5.3% (Региональный доклад, 2012).

Важным критерием эколого-мелиоративного состояния осушаемых земель является уровень грунтовых вод, который непосредственно отражает реальное техническое состояние мелиоративной системы и ее способность эффективно поддерживать водно-воздушный режим данной территории. Анализ глубины залегания уровней грунтовых вод (УГВ) в пойме показал, что летом 2012 г. почти на всех ключевых участках мелиоративное состояние было неблагоприятным от 116 до 150 см. В начале лета 2013 г. у истока реки УГВ был на благоприятном уровне (50 см — на торфяно-болотной, что подстиляется торфяником почве). В центральной части поймы наблюдали подтопление, обусловленное длительным весенним половодьем. Итак, Ирпенская ОУМС на данном этапе ее функционирования не обеспечивает надлежащего отвода избыточного количества влаги в связи с ее плохим техническим состоянием (Ладыка, 2013).

Пойменные почвы бассейна характеризуются высоким потенциальным плодородием. Для них, преимущественно, характерна нейтральная реакция почвенного покрова (рН 6.8–7.6), повышенное содержание легкогидролизованного азота (211–434 мг/кг почвы), среднее и очень высокое — подвижного фосфора (52–286 мг/кг почвы) и низкое — обменного калия (25 мг/кг почвы) в пахотном слое почвы (Ладыка, 2013).

Согласно обобщенному показателю, состояния подсистемы «использование земель» в пределах бассейна р. Ирпень является удовлетворительным.

В результате анализа основных показателей, входящих в подсистему «использование речного стока» установлено, что показатель фактического использования речного стока р. Ирпень составляет 54% — высокий; показатель безвозвратного водопотребления речного стока 48% — очень высокий; показатель сброса воды в речную сеть 60% — выше нормы; показатель сброса загрязненных сточных вод в речную сеть 3.2% — низкий. Обобщенный результат состояния бассейна по показателям этой подсистемы характеризуется как «плохой».

Главными источниками загрязнения поверхностных вод являются промышленные предприятия, предприятия коммунального и сельского хозяйства. Эти источники и обуславливают типы и закономерности загрязнения речных бассейнов. Согласно данным, представленных в «Экологическом паспорте Киевской области за 2013 год», основными водопользователями-загрязнителями р. Ирпень и ее приток на протяжении 2012–2013 гг. были филия Киево-Святошинского ДЭУ (с. Капитановка) (объем сброса сточных вод и загрязняющих веществ составил 1.6 тыс. м³ (2013 г.), ВАТ "Ирпеньмаш" (г. Ирпень) — 44.4 тыс. м³ (2012 г.), КЖЕП, смт. Глеваха — 438.9 тыс. м³ (среднее значение за 2012–2013 гг.), ООО "Каменяр" Ярошевский гранкарьер — 721.4 тыс. м³ (2012 г.).

На качество воды р. Ирпень решающее влияние оказывают воды р. Козка, где в течение 2005–2011 гг. из-за сбросов недостаточно очищенных сточных вод птицефабрики ОАО «Комплекс Агромарс» (с. Гавриловка Вышгородского района) постоянно фиксировалось загрязнение воды с превышением нормативных значений в 2–3 раза, в результате чего, вода в устьевой части р. Ирпень имела постоянное повышенное органическое загрязнение. В течение 2012 года сточные воды ОАО «Комплекс Агромарс» не имели превышения ПДС в связи с запуском новой очистительной системы. Также загрязняют реку и сточные воды КЖЕП смт. Глеваха — здесь фиксировались сбросы в реку с превышением концентрации по нитратам в 1.9 и нитритов в 1.1 раза (Региональный доклад ..., 2013).

В целом, экологическое состояние водосборной площади р. Ирпень оценивается как «удовлетворительное». Следовательно, использование системного подхода дает возможность более всесторонне оценить эколо-

гическое состояние бассейна реки, а также в дальнейшем смоделировать и спрогнозировать изменение его состояния.

Список литературы

- Баканов А.И. О некоторых методологических вопросах применения системного подхода для изучения структур водных экосистем // Количественные методы экологии и гидробиологии (сборник научных трудов, посвященный памяти А.И. Баканова) / Отв. ред. чл.-корр. РАН Г.С. Розенберг. Тольятти: СамНИЦ РАН, 2005. 404 с.
- Бугреева М.Н., Смирнова А.Я., Строгонова Л.Н., Моисеева И.В. Некоторые элементы системного подхода при характеристике гидрогеоэкологических условий района г. Воронежа // Вестн. Воронеж. ун-та. Геология. 2001. Вып.12. Режим доступа: <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/heologia/2001/12/Bugreyva.pdf>.
- Игошин Н.И. Проблемы восстановления и охраны малых рек и водоемов. Гидроэкологические аспекты. Учебное пособие. Харьков: Бурун Книга, 2009. 240 с.
- Кирилюк А.В. История становления бассейнового подхода в географии и экологическом русловедении // Наук. записки Винницк. гос. пед. ун-та им. Михаила Коцюбинского. Серия: География. Винница, 2007. Вып.14. С. 40–47. Режим доступа: http://www.nbuv.gov.ua/old_jm/natural/Nzvdpu_geogr/2007_14/PART1/istoriya%20stanovlennya%20baseunovogo%20pidxody.pdf.
- Корбутяк В.И. Методология системного подхода и научных исследований: Учебное пособие. Ровно: НУВХП, 2010. 176 с.
- Ладыка М.Н., Корх А.В., Скрипник В.В., Рабчевский С.П. Пойменные почвы бассейна р. Ирпень: профильная характеристика, эколого-мелиоративное состояние и плодородие // Материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. по случаю 10-й годовщины подготовки профессионалов-экологов в ПДАТУ „Современные проблемы сбалансированного природопользования”, 28–29 ноября 2013 г., г. Каменец-Подольский, 2013. С. 125–128.
- Региональный доклад о состоянии окружающей природной среды Киевской области в 2012 году [Электронный ресурс]. Киев, 2013. 293 с. Режим доступа <http://www.eco-kiev.com/>
- Экологический паспорт Киевской области за 2013 год [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.eco-kiev.com/>

УДК 592 (282.247.43)

ЗООПЛАНКТОН МАЛЫХ РЕК АРИДНОЙ ЗОНЫ РОССИИ (БАСЕЙН ОЗ. ЭЛЬТОН, ВОЛГОГРАДСКАЯ ОБЛ.): БИОРАЗНООБРАЗИЕ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОЙ СОЛЕНОСТИ

В. И. Лазарева

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
пос. Борок, Ярославская обл., 152742, Россия, E-mail: lazareva_v57@mail.ru

В мае 2011 г. и августе 2008–2009, 2013 гг. изучен зоопланктон семи малых рек бассейна оз. Эльтон с минерализацией 7–90 г/л. Идентифицированы 42 вида из 6 таксономических групп, принадлежащих, преимущественно, к галофильному и галобионтному комплексам организмов. Впервые в бассейне озера зарегистрированы 12 видов (*Keratella tropica*, *Synchaeta pectinata*, *Euchlanis pyriiformis*, *Testudinella obscura*, *Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia setosa*, *Paracyclops fimbriatus*, *Apocyclops dengizicus*, *Cyclops furcifer*, *Cletocamptus confluens*, *Candona marchica*, *Limnocythere dubiosa*). Наиболее многочислен галобионт *Brachionus plicatilis*, в устьевых областях рек его численность достигала 7–11 млн. экз./м³ при биомассе 12–23 г/м³. Общее количество зоопланктона (численность 0.1–11000 тыс. экз./м³, биомасса от <0.01 до 23 г/м³) в исследованных реках сопоставимо с таковым в других солоноватых водотоках. Отмечено резкое (более чем 2 раза) снижение видового богатства зоопланктона, наиболее заметное в группах Rotifera, Cladocera и Ostracoda при увеличении минерализации воды выше 13 г/л.

Ключевые слова: соленые реки, зоопланктон, состав, структура, обилие.

ZOOPLANKTON OF SALINE RIVERS IN THE ARID ZONE OF THE SOUTHERN RUSSIA (THE ELTON LAKE BASIN): THE BIODIVERSITY IN HIGH SALINITY HABITATS

V. I. Lazareva

Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS

The zooplankton from seven small rivers in the basin of Lake Elton with water mineralization 7–90 g/l was studied in May of 2011 and August of 2008–2009, 2013. Total of 42 species from six taxonomical groups were identified that belonged, mainly, to halophilous and halobiontic complexes of organisms. In the lake basin 12 species were recorded for the first time (*Keratella tropica*, *Synchaeta pectinata*, *Euchlanis pyriiformis*, *Testudinella obscura*, *Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia setosa*, *Paracyclops fimbriatus*, *Apocyclops dengizicus*, *Cyclops furcifer*, *Cletocamptus confluens*, *Candona marchica*, *Limnocythere dubiosa*). The most numerous was the halobiont *Brachionus plicatilis* and in river mouths' its abundance reached 7–11 million ind./m³ at the biomass of 12–23 g/m³. The total amount of zooplankton (abundance 0.1–11000 thousand ind./m³ and biomass from <0.01 up to 23 g/m³) in the studied rivers was comparable with such parameters in other saline rivers. At increase of the water mineralization above 13 g/l a sharp (more than two times) decrease of the zooplankton species richness was recorded that was the most manifested in groups of Rotifera, Cladocera and Ostracoda.

Keywords: saline rivers, zooplankton, species composition, structure, abundance.

Соленость в континентальных и океанических водах часто служит основным фактором, определяющим состав видов и их численность (Хлебович, Аладин, 2010; Williams, 1987). В аридных зонах мира обычны соленые озера, но реки встречаются сравнительно редко. Изучение соленых рек представляет значительный интерес для оценки особенностей экологии галофильных и галобионтных форм, многие из которых имеют ограниченное распространение (Williams, 1987; Short et al., 1991).

Цель работы — изучение состава, структуры и обилия зоопланктона малых соленых рек бассейна оз. Эльтон в широком градиенте минерализации воды.

Бассейн оз. Эльтон (49° 09' с.ш., 49° 40' в.д., 1365 км²) расположен в пределах северной части Прикаспийской низменности (Волгоградская обл., 110 км восточнее р. Волги), типичные ландшафты водосбора представлены опустыненными степями. Котловина озера (площадь акватории ~180 км²) заполнена рапой с соленостью >200 г/л. В озеро впадают семь рек: Хара, Ланцуг, Большая и Малая Саморода, Солянка, Чернавка и Карантинка. Самая крупная из них р. Хара, ее длина почти 60 км, площадь водосборного бассейна 177 км² (Водно-болотные ..., 2005). Все реки характеризуются асимметричными долинами, извилистыми руслами, медленным течением, густыми зарослями тростника и рогоза по берегам. В большинстве из них максимальная глубина не превышает 0.5 м, на дне и в толще воды развиваются водорослевые и бактериальные маты. Воды рек высоко минерализованные (> 4 г/л) хлоридного или сульфатного класса группы натрия (Водно-болотные ..., 2005). Согласно Венецианской системе (Романенко, 2004) реки классифицируются как солоноватые: Хара, Ланцуг, Б. Саморода и Карантинка — мезогаляинные (средняя минерализация 7–19 г/л), М. Саморода, Чернавка и Солянка — полигаляинные (25–90 г/л).

Зоопланктон рек исследовали в августе 2008, 2009 и 2013 гг., а также в конце мая 2011 г. в среднем течении и приустьевых участках рек, верховья обследовали только там, где они не пересыхали.¹ Пробы отбирали посредством фильтрации 50–100 л воды через сито с ячейей 70 мкм, фиксировали 4% формалином. Камеральную обработку выполняли по обычной гидробиологической методике, просматривали всю пробу под стереомикроскопом MC-2 или StereoDiscovery V12 (Carl Zeiss). Всего проанализировано более 50 проб.

Границы между биотопами в мелководных солоноватых реках весьма условны, применительно к сообществам беспозвоночных также условен термин «зоопланктон». Наряду с истинно планктонными видами в воде встречаются придонные планктобентические и бентосные формы ракообразных. В соленых биотопах к зоопланктону принято относить Harpacticoida и Ostracoda, которых в пресных биотопах считают бентосными (Аладин и др., 2004; Claps et al., 2009). В настоящей работе как «зоопланктон» учитывали коловраток (Rotifera) и ракообразных из пяти крупных таксонов Cladocera, Cyclopoida, Calanoida, Harpacticoida и Ostracoda. Дополнительно учитывали меропланктон, представленный личинками клопов (Heteroptera), стрекоз (Odonata), жуков (Coleoptera) и двукрылых (Diptera), а также велигерами моллюсков (Dreissenidae).

С 2008 по 2013 г. в реках обнаружено 52 вида беспозвоночных: 14 коловраток (Rotifera), 28 ракообразных (Crustacea), по два вида клопов (Heteroptera), жуков и стрекоз (Odonata), по одному виду мух береговушек (сем. Ephydriidae) и мокрецов (сем. Ceratopogonidae), а также велигеры Dreissenidae и весьма многочисленные личинки младших возрастов (длина тела 0.6–2.5 мм) комаров звонцов (сем. Chironomidae). Большинство видов зоопланктона представлены планктонными (36%) и планкто-бентосными формами (44%), по составу потребляемой пищи почти все (89%) относятся к фито-детритофагам (Лазарева и др., 2013). Более 90% фауны зоопланктона составляли эвригаляинные таксоны, среди которых преобладали (> 60%) галофилы, многочисленные в пресных и солоноватых водах, галобии, массовые исключительно в соленых водах, составляли < 25%. Наиболее часто (65–90% проб) встречались коловратка *Brachionus plicatilis* Müller 1786, веслоногие рачки *Cletocamptus retrogressus* Schmankevitsch 1875, *Nitocra lacustris* (Schmankevitsch 1895) и *Megacyclops viridis* (Jurine 1820), а также ракушковые рачки *Cyprideis littoralis* (Brady 1868) и *Cyprinotus salinus* (Brady 1868).

Смены доминантов по градиенту солености не всегда четко выражены вследствие эвригаляинности массовых видов. Однако в группе копепод при переходе от мезогаляинных к полигаляинным биотопам *Metacyclops minutus* (Claus 1863) и *Apocyclops dengizicus* (Lepeschkin 1900) вытесняли из доминантного комплекса *Megacyclops viridis*, а среди остракод *Cyprideis littoralis* замещал *Cyprinotus salinus*. В обследованных реках с ростом солености наиболее четко выражено изменение видового богатства зоопланктона, которое резко снижается при минерализации воды > 13 г/л (Лазарева и др., 2013). Во всех реках наиболее часто (> 85% проб) встречались Rotifera и Cyclopoida, встречаемость Harpacticoida возрастала в полигаляинных биотопах, а Cladocera и Calanoida снижалась (табл.).

Таблица. Встречаемость (O, % количества проб), видовое богатство (S, видов) и численность (N, тыс. экз./м³) основных таксонов зоопланктона в реках бассейна оз. Эльтон

Таксон	Минерализация воды, г/л					
	<13			>13		
	O	S	N	O	S	N
Rotifera	91	11	731±464	92	6	717±694
Cyclopoida	88	6	6±2	86	7	3±1
Harpacticoida	50	4	6±5	82	3	9±6
Ostracoda	38	5	2±1	32	1	<0.5
Cladocera	29	7	<0.1	14	2	<0.1
Calanoida	17	1	<0.1	4	1	<0.5
Все группы	—	34	744±465	—	20	729±692

Максимальное число видов (15–18) зарегистрировано в мезогаляинных реках Хара, Б. Саморода и Ланцуг, только в них были обнаружены представители Cladocera и Calanoida. В полигаляинных реках существенно уменьшалось число видов зоопланктона, особенно коловраток (вдвое), остракод (в пять раз) и кладоцер (в три раза) (табл.). В устьевой области большинства рек заметно снижалось видовое богатство зоопланктона внутри

¹ Пробы зоопланктона собраны сотрудником ИБВВ РАН В.А. Гусаковым.

всех таксономических групп, хотя количество последних фактически не изменялось. Соленость объясняла почти 50% вариаций видового богатства зоопланктона (Лазарева и др., 2013).

Большинство видов зоопланктона, обнаруженных в исследованных реках, обитали там ранее (Бенинг, Медведева, 1926). Однако в 2008–2009 гг. выявлено 10 видов зоопланктона, новых для бассейна озера (*Keratella tropica* (Apstein, 1907), *Synchaeta pectinata* Ehrenberg, 1832, *Euchlanis pyriformis* Gosse, 1851, *Bosmina longirostris* (Müller, 1776), *Ceriodaphnia setosa* Matile, 1890, *Paracyclops fimbriatus* (Fischer, 1853), *Apocyclops dengizicus* (Lepeschkin, 1900), *Cletocamptus confluens* (Schmeil, 1894), *Candona marchica* Hartwig, 1899, *Limnocythere dubiosa* Daday, 1903) (Gusakov, 2011; Лазарева и др., 2013). В 2013 г. в среднем течении р. Хара впервые для региона зарегистрированы еще два вида: копепода *Cyclops furcifer* Claus, 1857 и коловратка *Testudinella obscura* Althaus, 1957.

Весна. В конце мая в сообществе преобладали (по 5 видов) циклопоидные копеподы и коловратки, общий список составили 15 видов. Наибольшим видовым богатством отличались мезогалинные реки Хара (12 видов) и Ланцуг (7 видов), меньше всего видов обнаружено в полигалинных реках Солянка (3 вида) и М. Саморода (2 вида). По обилию во всех реках преобладала галобионтная коловратка *Brachionus plicatilis*. В полигалинных реках она формировала > 90% численности и биомассы зоопланктона, в мезогалинных 30–90%. Вид интенсивно размножался, в мезогалинных биотопах самки несли до 4 яиц. В устье р. Б. Саморода *B. plicatilis* формировал почти чистую культуру с численностью 11 млн. экз./м³ и биомассой 23 г/м³. В мезогалинных реках наряду с *B. plicatilis* доминировали другие виды коловраток. Так, в верховье р. Хара почти 70% (66 тыс. экз./м³) численности сообщества формировала галобионтная коловратка *Lecane lamellata* (Daday, 1893) и 7% (7.2 тыс. экз./м³) — эвригалинная *Brachionus quadridentatus* Hermann, 1783. Почти во всех мезогалинных реках (кроме р. Карантинка) была зарегистрирована крупная (200–260 мкм) весенняя галофильная коловратка *Notholca acuminata* (Ehrenberg, 1832), ее численность достигала 2.3 тыс. экз./м³. Обычно виды рода *Notholca* развиваются при температуре воды < 10°C (Кутикова, 1970). В реках Приэльтона *N. acuminata* отмечена при температуре 16.6–26.3°C.

Ракообразные (Cyclopoida) были сравнительно многочисленны только в р. Б. Саморода и верховье р. Хара. Среди них преобладал планкто-бентосный эвригалинный *Megacyclops viridis* (до 60% численности и биомассы зоопланктона), популяция была представлена в основном копеподами всех возрастов и науплиусами. Кроме него в верховье р. Хара, была многочисленна (>7 тыс. экз./м³) галобионтная калянида *Arctodiaptomus* (Rh.) *salinus* (Daday). В большинстве рек в огромном количестве (до 70 тыс. экз./м³) встречены Harpacticoida spp. всех возрастов, в том числе самки с яйцами и копулирующие пары. Ветвистоусые ракообразные (*Moina micrura* Kurz, 1874, *Ceriodaphnia reticulata* (Jurine, 1820) и *Coronatella* (sin. *Alona*) *rectangula* (Dybowski & Grochowski, 1894)) обнаружены единично в реках Хара и Ланцуг. Почти полностью отсутствовали в сборах Ostracoda. Общее количество зоопланктона весной в полигалинных реках (32±8 тыс. экз./м³) чаще всего было близко к таковому в мезогалинных (28±3 тыс. экз./м³) за счет массового развития одного вида *Brachionus plicatilis*. Если исключить из расчета устьевые области рек Б. Саморода с запредельным количеством коловраток и М. Саморода, где среди рапы не найдено животных, то весной биомасса в мезогалинных (60±29 мг/м³) и полигалинных биотопах (81±24 мг/м³) фактически не различалась.

Лето. Общий список зоопланктона составили 36 видов, ежегодно регистрировали 17–25. Таким образом, летний зоопланктон богаче видами, чем весенний. В нем преобладали коловратки (12 видов) и циклопоидные копеподы (8 видов). Как и весной наибольшее видовое богатство сообщества выявлено в мезогалинных реках Хара (8–15 видов), Б. Саморода (8–14 видов) и Ланцуг (5–9). Сильно обедненным был зоопланктон р. М. Саморода (1 вид) с максимальной минерализацией воды (33–41 г/л). По обилию в полигалинных реках безоговорочно преобладал *B. plicatilis*, он формировал 60–100% численности и 38–100% биомассы зоопланктона. Летом 2013 г. в реках Солянка и Чернавка обнаружена сравнительно высокая (1–9 тыс. экз./м³) численность планкто-бентосного галофила *Apocyclops dengizicus* (Lepeschkin, 1900), которого ранее отмечали только единично (Gusakov, 2011; Лазарева и др., 2013). В августе в планктоне присутствовали все стадии развития популяции циклопа, включая взрослых самок с яйцевыми мешками и самцов.

В каждой из мезогалинных рек летом состав доминантов был оригинальным, иногда различались даже отдельные участки одной реки. Так, в 2013 г. в р. Хара были многочисленны коловратки *Brachionus plicatilis* и *B. calyciflorus* Pallas (30–70% численности и до 78% биомассы), а также все стадии развития планкто-бентосного эвригалинного циклопа *Acanthocyclops americanus* (Marsh) (44–79% численности и 21–99% биомассы). Ранее (2008–2009 гг.) здесь наряду с коловратками доминировал другой эвригалинный вид *Megacyclops viridis*. Он же во все годы наблюдений был многочислен (> 80% численности и биомассы) в реках Ланцуг и Б. Саморода, в обеих найдены все стадии развития популяции. Летом в полигалинных реках средняя численность (107±58 тыс. экз./м³) и биомасса (80±27 мг/м³) были немного выше по сравнению с мезогалинными (65±29 тыс. экз./м³ и 68±26 мг/м³ соответственно), все различия определялись уровнем развития коловратки *Brachionus plicatilis*.

В целом, обилие зоопланктона в реках варьировало в широких пределах: численность 0.1–11000 тыс. экз./м³, биомасса от < 0.01 до 23 г/м³. По обилию мезо- и полигалинные биотопы различались мало (табл.). В большинстве рек отмечено увеличение обилия сообщества от верховьев к устью преимущественно за счет массового развития *B. plicatilis*. Лишь в реках Хара, М. Саморода и Солянка наблюдали его снижение. Как правило, с ростом солености численность и биомасса зоопланктона в реках и озерах снижаются (Телеш, 2008; Балущкина и др., 2009). Однако из этого правила есть исключения. Так, в р. Шаган (Казахстан) и оз. Чаны (Новосибирская обл.) при переходе от олигогалинных к мезогалинным биотопам обилие сообщества резко возрастает

за счет массового развития галобионтов (*Arctodiaptomus salinus* (Daday, 1885) и/или *Moina mongolica* Daday, 1901 (Стуге и др., 2001; Ермолаева, Бурмистрова, 2005). В исследованных реках максимальную биомассу образовывал галобионт *Brachionus plicatilis*, одинаково многочисленный в мезо- и полигалинных биотопах. Количество зоопланктона в реках Приэльтона близко к таковому в солоноватых водотоках Казахстана (Стуге и др., 2001) и Аргентины (Claps et al., 2009), но много выше наблюдаемого в эстуариях Балтики (Телеш, 2008).

Заключение. В семи реках бассейна оз. Эльтон обнаружено 42 вида зоопланктона, среди которых 12 новых для этого района. Более 90% фауны представлено галофилами и галобионтами. Видовое богатство зоопланктона резко снижается при увеличении минерализации воды более 13 г/л, наиболее заметно уменьшается число видов Rotifera, Cladocera и Ostracoda. В большинстве рек видовое богатство сообщества снижается в направлении от истока к устью. Напротив, численность зоопланктона часто возрастает за счет массового развития немногих (1–2) видов. Соленость воды — основной фактор, определяющий таксономическое разнообразие зоопланктона исследованных рек. Общее количество зоопланктона в реках Приэльтона сопоставимо с таковым в других солоноватых водотоках. Наибольшую численность и биомассу во всех реках формирует галобионтная коловратка *B. plicatilis*.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, гранты 13-04-00740 и 13-04-10119.

Список литературы

- Аладин Н.В., Плотников И.С., Смулов А.О., Гонтар В.И. Роль чужеродных видов животных в экосистеме Аральского моря // Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.—СПб: Товарищество научных изданий КМК, 2004. С. 231–242.
- Балушкина Е.В., Голубков С.М., Голубков М.С., Литвинчук Л.Ф., Шадрин Н.В. Влияние абиотических и биотических факторов на структурно-функциональную организацию экосистем соленых озер Крыма // Журн. общей биологии. 2009. Т. 70. № 6. С. 504–514.
- Бенинг А.Л., Медведева Н.Б. О микрофауне водоемов окрестностей Эльтона и Баскунчака. Известия краеведческого института изучения Южно-Волжской области. Саратов: Сарполиграфпром, 1926. Т. 1. 39 с.
- Водно-болотные угодья Приэльтона. Волгоград: ГУ Природный парк «Эльтонский», 2005. 27 с.
- Ермолаева Н.И., Бурмистрова Н.С. Влияние минерализации на зоопланктон оз. Чаны // Сибирский эколог. журн. 2005. № 2. С. 235–247.
- Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР. Л.: Наука, 1975. 744 с.
- Лазарева В.И., Гусаков В.А., Зинченко Т.Д., Головатюк Л.В. Зоопланктон соленых рек аридной зоны юга России (бассейн оз. Эльтон) // Зоол. журн. 2013. Т. 92. № 8. С. 1–11.
- Романенко В.Д. Основы гидроэкологии. Киев: Генеза, 2004. 664 с.
- Стуге Т.С., Крупа Е.Г., Матмуратов С.А. Состояние сообщества планктонных ракообразных в водоемах зоны семипалатинского испытательного полигона (лето 2000 г.) // Вестн. Нац. ядерного центра Респуб. Казахстан. 2001. Вып. 3. С. 98–102.
- Телеш И.В. Видовое разнообразие и структура сообществ зоопланктона // Экосистема эстуария реки Невы: биологическое разнообразие и экологические проблемы. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. С. 144–155.
- Хлебович В.В., Аладин Н.В. Фактор солености в жизни животных // Вестник РАН. 2010. Т. 80. № 5–6. С. 527–532.
- Claps M.C., Gabellone N.A., Neschuk N.C. Influence of regional factors on zooplankton structure in a saline lowland river: the Salado River (Buenos Aires province, Argentina) // River Res. Applic. 2009. V. 25 P. 453–471.
- Gusakov V.A. Contribution to the Study of the Northern Limits of the Range of *Apocyclops dengizicus* (Lepeschkin, 1900) (Copepoda, Cyclopoida) // Inland Water Biology. 2011. V. 4. No. 3. P. 397–399.
- Short T.M., Black J.A., Birge W.J. Ecology of a saline stream: community responses to spatial gradients of environmental conditions // Hydrobiologia. 1991. V. 226. P. 167–178.
- Williams W.D. Salinization of rivers and streams: an important environment hazard // Ambio. 1987. Vol. 16. P. 180–185.

УДК 556.16+556.33/44

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕКИ ОРША (ТВЕРСКАЯ ОБЛАСТЬ) С УЧЕТОМ ГЕНЕЗИСА ИСТОЧНИКОВ ЕЕ ПИТАНИЯ

Е. Е. Лапина

Институт водных проблем РАН, Москва, ул. Губкина, д. 3, 119333, shtriter_elena@rambler.ru

Проанализированы результаты исследований водного и гидрохимического режима р. Орша за период 2012–2013. Оценены изменения концентраций макрокомпонентов и биогенных веществ по длине реки, дана гидрохимическая оценка дренажных болотных вод, рассчитана доля родникового стока в среднегодовом расходе реки (не более 0.01%). По данным гидрометрических работ выявлены участки подземного питания реки в летний период. Величина разгрузки подземных вод в дно реки на отдельных участках достигает 0.23 м³/с на 1 км длины реки.

Ключевые слова: гидрохимические показатели, Верхняя Волга, родники, восходящая фильтрация, напорные и грунтовые воды.

THE PEULIARITIES OF HYDROCHEMICAL REGIME OF RIVER ORSHA (TVER REGION) CONSIDERING GENESIS OF IT'S WATER SUPPLY

Е. Е. Lapina

Water Problems Institute RAS, Gubkina st., 3 Moscow, 119333, shtriter_elena@rambler.ru

The results of the studies of the water and hydrochemical regime of river Orsha in the summer of 2012–2013 period have been analyzed. The values of concentrations of macrocomponents and biogens in the river length have been evaluated, hydrochemical value of drainage marsh water was obtained. The rough value of the spring reach in the average annual consumption does not exceed

0.01%. As the result of hydro-metrical activity it was determined that underground reach on some of areas in the river can achieve 0.23 m³/s per 1 km.

Keywords: hydrochemical indicators, Upper Volga, springs, upstream filtration, pressure and groundwater.

Река Орша — левый приток Волги, берет начало в северо-западной части болотного массива Оршинский Мох. Высота истока составляет около 141 м, площадь водосбора — 752 км², протяженность — 72 км. Основной уклон поверхности Тверской области направлен на восток и юго-восток, куда в основном и текут реки; уклон Орши (на 1000 м) составляет 0.236 (Ресурсы ..., 1966; Общегеографическая ..., 1991).

Водосборная площадь реки в прошлом веке подвергалась значительному антропогенному воздействию, основными источниками которого являлись торфоразработки (река использовалась как водоприемник дренажного стока с торфяных месторождений Васильевский Мох и Оршинское-1); зверосовхоз Савватеевский; сельскохозяйственные предприятия и садово-огородные товарищества пригородной зоны Твери (Косов, 2003).

В настоящее время в области торфодобычи практически прекращена (хотя осушительная сеть продолжает функционировать); животноводческие фермы значительно уменьшили поголовье, в сельском хозяйстве перестали применять высокие дозы органических и минеральных удобрений, т.е. произошло снижение антропогенной нагрузки.

Цель работ состояла в определении влияния разных источников питания Орши на ее уязвимость к антропогенному воздействию.

Основные источники питания Орши — это дренажные воды осушительных каналов: Денисовского, Шестинского, Ждановского и Каблуковского; атмосферные осадки, нисходящие родники и подземный приток, который можно подразделить на грунтовый и напорный. Атмосферные осадки на химический состав реки значительного влияния не оказывают (Красинцева, 1977), правый приток Шуя (длина 11 км) нами не рассматривается. В таблице 1 представлен химический состав дренажных вод болот, грунтовых и напорных вод водосбора реки в летнюю межень периода 2012–2013. Макрокомпоненты и биогенные вещества определялись в гидрохимической лаборатории Ивановской научно-исследовательской станции (г. Конаково Тверской области) по стандартным методикам.

Таблица 1. Химический состав источников питания реки Орша (мг/дм³)

Адрес	Местонахождение дренажных каналов и длина (км) каждого				Грунтовые воды, колодцы, глубина (м)		Скважина, глубина (м)
Параметр	Денисово	Шестино	Жданово	Каблуково	Тованово	Горютино	С ₃ кл*
	12	24	1.2	13	4.0	4.5	70.0
pH	7.6	7.8	7.3	7.2	6.9	7.3	7.3
ЭПР**	21.6	49.8	78.9	182.8	56.7	146.1	47.2
Cl ⁻	0.7	14	162	310	4	162	1.4
SO ₄ ²⁺	6	19	37	17	15	37	3.8
HCO ₃ ⁻	134	281	384	488	330	384	317
Ca ²⁺	38	66	152	179	44	152	70
Mg ²⁺	7.2	15.6	18.2	55	14	18.2	20.7
NO ₃ ⁻	1.01	2.91	0.52	0.39	3.6	76.7	0.28
цветность	365	180	55	45	5	10	15
ПО***	38.4	26.4	17.9	28	4.95	3.7	3.0

* Напорные воды клязьминского водоносного горизонта верхнего карбона, ** электропроводность, mSm; ***ПО — перманганатная окисляемость, мгО/л.

Из таблицы видно, что дренажные воды двух первых каналов высокоцветные, со слабощелочным показателем pH, содержание нитратного азота составляет первые целые числа; Ждановский и Каблуковский каналы имеют нейтральный pH, содержат десятые доли нитратного азота, на два порядка больше хлоридов.

Напорные воды верхнего карбона почти не содержат органических и биогенных веществ, pH нейтральный, содержание хлоридов — на уровне фона.

Наиболее загрязнены грунтовые воды в колодце д. Горютино, где концентрации нитратов превышают ПДК почти в 1.5 раза.

В конце прошлого века установлено, что значительная доля в разгрузке подземных вод в реки Тверской области относится к родниковому стоку и склоновому высачиванию (Просеков, 1988). Родниковый сток определяют как сток родников (источников), принимающий участие в формировании речного стока в рассматриваемом створе (Чеботарев, 1970). Субаквальная разгрузка подземных вод в дно реки и родниковый сток в настоящее время вызывают большой интерес в связи с бассейновым подходом к оценке величины подземного притока в реки. В процессе маршрутных обследований долины Орши выявлены родники нисходящего типа, которые выходят из аллювиальных песков I надпойменной террасы и описаны ниже.

Савватеевские родники расположены на правом берегу р. Орши у пос. Савватеево, в 8 км на восток от Твери, Освящены в честь святого Савватия, проживавшего в этой местности в XVIII веке. Вода сочится из аллювиальных отложений террасы по контакту валунных суглинков и супесей на протяжении 200 м, имеется три оборудованных сосредоточенных выхода, суммарный дебит которых в мае 2013 г. равнялся 0.102 л/с. Родник наблюдается эпизодически с 1998 г. (летне-осенний период). За годы наблюдений дебит наиболее крупного выхода колебался в диапазоне 0.01–0.06 л/с, температуры воды менялись в пределах 6–15°C, содержание рас-

творенного кислорода в воде равнялось 5.1, величина БПК₅ — 1.05 мгО₂/дм³. Величины показателя pH также не постоянны, меняются в пределах 6.82–7.71, Eh — от 73 до 205 мВ.

Оршинский родник выходит на правом берегу Орши, в ее устье, дебит 0.1 л/с, вода мало минерализованная, используется паломниками Оршина Вознесенского монастыря.

В таблице 2 даны гидродинамические и гидрохимические характеристики родников долины Орши на основе собственных наблюдений.

Таблица 2. Особенности химического состава родникового стока и его объемы на водосборе Орши, летняя межень

Родник	Объем родникового стока, м ³ /год	Минерализация и ионный состав, % - экв
Савватьевский	3784.32	М _{0.23} НСО ₃ 80 SO ₄ 13 /Ca71Mg22
Оршинский	3153.60	М _{0.09} НСО ₃ 89 /Ca60Mg30

Расчеты по створу Савватьево (родник – створ реки в 10–15 м ниже выхода родника) показали, что доля родникового стока от стока реки незначительна и составляет 0.01%.

Пробуренная в пос. Новая Орша скважина (210 м), вскрывшая последовательно водоносные горизонты верхнего, среднего и нижнего карбона, имеет статический уровень 5.0 м, дебит 75 м³/час. В разрезе скважины четвертичные отложения представлены глинами с гравием и галькой и супесями, под которыми залегает слой юрских глин валунов бурого цвета, слой имеет небольшую мощность — 10м.

Воды среднего карбона относятся к SO₄ – НСО₃- Mg- Ca, Mg- Na и реже Ca- Mg водам, с общей жесткостью 6 -12 ммоль/дм³. Воды верхнего карбона по гидрохимическому составу НСО₃- Ca – Mg, с минерализацией до 1 г/ дм³. Поскольку глубины на русле Орши составляют 0.8–1.5 м, а в зоне подпора — 6 м, имеются предположения поступления вод известняков карбона в моренные отложения, а из них — в русло Орши, то есть субаквальная разгрузка происходит, видимо, закрытым артезианским стоком (Попов, 1968).

Чтобы установить особенности взаимосвязи подземных и речных вод на отдельных участках, выявить места субаквальной разгрузки и подземных потерь речного стока по всей длине реки, провели полевые работы.

Методика работ. Использовался упрощенный гидрометрический метод оценки подземного питания на бесприточных участках рек в период отсутствия осадков. В случае транспортной и пешей недоступности таких участков работы производились там, где имелись притоки, с замером расходов последних.

Гидрометрические съемки выполнены от верховьев реки до устья на заранее определенных створах с параллельным отбором проб речных вод на гидрохимический анализ. Скорости течения реки на выбранных поперечниках (створах) определены методом поплавков. Гидрометрическая съемка совмещалась с измерением уровня первого от поверхности безнапорного водоносного горизонта грунтовых вод в колодцах, если створ располагался рядом с населенным пунктом.

В результате работ установлено, что на продольном профиле Орши гидравлическая связь между речными и подземными водами носит разнонаправленный характер. Расчеты оценки подземного питания между створами проводились по упрощенной формуле (Лучшева, 1989): $q = Q_n - Q_v/L$ (1), где q — приток (потери) подземных вод на 1 км русла реки между заданными створами (м³/с км); Q_n — расход воды в нижнем, Q_v — в верхнем створе, (м³/с), L — расстояние между створами, км. Измерения начались в створе Григорьево (ширина русла Орши 6 м), на расстоянии 53.5 км от устья, закончились в устьевой части. Последний створ заложен напротив Оршина Вознесенского монастыря, его ширина составила 55 м.

Воды первого от поверхности напорного клязьминского водоносного горизонта верхнего карбона отличаются по своему составу и от поверхностных, и от грунтовых. У них более высокие минерализация, содержание ионов Ca²⁺, Mg²⁺, НСО₃-, более низкие содержания нитратного азота и растворенных органических веществ (Ахметьева, 2008). Следовательно, в возможных местах пластовой разгрузки в дно реки следует обращать внимание именно на эти признаки. Результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3. Динамика расходов (м³/с), химического состава (мг/дм³) и приращений/потерь стока (м³/с на 1 км) р. Орша от верховьев до устья, июль 2013

Створ	Т, °С	Измеренный расход	НСО ₃ /цветность*	Ca ²⁺ /Mg	SO ₄ /NO ₃	Приток+ Отток (-)
Григорьево	23.0	0.01	372/300	50/7	8/0.9	-
Накvasино	23.0	0.429	268/140	66/18	11/0.6	+0.054
Тестово	23.8	0.436	293/100	72/22	16/0.7	-0.002
Коленово	24.0	0.368	287/110	70/22	21/0.5	-0.01
Сбынь	23.2	1.02	268/90	68/20	16/0.7	+0.23
Тованово	24.0	1.01	232/180	58/18	16/1.3	-0.05
Горютино	25.0	1.48	214/125	56/17	19/0.6	+0.053
Савватьево	23.2	0.8	238/110	60/18	16/0.8	-0.045
Устье	24.0	8.84	153/75	44/11	15/0.6	-

Примечание. * градус по Pt-Co шкале.

Проведенные расчеты показали, что величины притока подземных вод в русло на разных участках в момент съемок варьировали в пределах 0.05–0.23, потери речных вод — 0.002–0.05 м³/с на 1 км длины реки.

При расчетах приращений речного стока и подземных потерь речных вод учтены расходы притоков. Это р. Осинковка между створами Накvasино и Тестово с расходом 0.021 м³/с, суммарный приток Денисовского и

Шестинского каналов в размере 0.1 м³/с, приток Ждановского канала с расходом 0.003 м³/с между створами Горютино и Савватьево.

На участках от Григорьево до Наквасино, от Коленово до створа Сбынь и от Тованово до Горютино выявлена разгрузка подземных вод.

От створа Наквасино до Коленово, от Сбыни до Тованово и от Горютино до Савватьево происходит поглощение речных вод аллювиальными толщами.

Установлено, что пространственное распределение расходов реки и постворные гидрохимические характеристики рек хорошо отражают гидрогеологические особенности территории.

На водосборе Орши в кровле известняков карбона повсеместно залегают юрские отложения, что усложняет взаимосвязь речных и подземных вод. Однако к востоку от Сбыни, где русло Орши делает крутой изгиб, в результате ледниковой деятельности юрские глины размыты, известняки верхнего карбона перекрыты моренными суглинками, что способствует возрастанию восходящей фильтрации вод карбона. Именно на створе Сбынь наблюдается относительно интенсивная субкавальная разгрузка подземных вод в русло, которая косвенно подтверждается снижением температуры воды от 24°C в створе Горютино до 23.2°C в створе Сбынь (Яковлев, 2012) и снижением величин цветности.

Речные воды в верховьях обогащены растворенным органическим веществом, железом, величины ПО достигают 40 мгО/л. По мере удаления от истока содержание органических веществ снижается. Концентрации сульфатов и хлоридов мало меняются даже при приближении к устьевой части, содержание нитратного азота — основного компонента сельскохозяйственного загрязнения на всем протяжении реки остается стабильно невысоким.

Собственные и опубликованные данные позволили оценить изменение химического состава Орши в створе Тованово за период с 1974 по 2013 (табл. 4).

Таблица 4. Химический состав воды р. Орша (створ Тованово), летняя межень

Год, источник	Химический состав (по Курлову)
1974 (Красинцева, 1977)	M _{0.26} HCO ₃ 92/Ca66Mg34
2004 (Ахметьева, 2008)	M _{0.25} HCO ₃ 87 SO ₄ 10/Ca64Mg33
2012	M _{0.14} HCO ₃ 84 SO ₄ 15/Ca60Mg26
2013	M _{0.25} HCO ₃ 88/Ca57Mg29

Выявлено, что в годы высокой антропогенной нагрузки в основном меняется соотношение анионных компонентов (повысилась доля SO₄²⁻ - иона), тогда как соотношение катионов остается прежним.

Снижение доли Ca и Mg с 1974 по 2013 г. может быть связано с климатическими изменениями в XXI веке. По опубликованным данным, в сравнении с серединой XX века сейчас на 15–20% возрос меженный сток рек Верхневолжья; в связи с потеплением увеличилось инфильтрационное питание подземных вод, что могло способствовать улучшению качества речных вод (Джамалов, 2012).

В результате проведенных исследований установлено, что подземный приток в Оршу по продольному профилю дискретен, что обусловлено величиной напора подземных вод, степенью гидравлической взаимосвязи подземных и речных вод и другими факторами.

Основной формой подземного питания реки является субкавальная разгрузка подземных вод в русло, родниковый сток на водосборе Орши играет подчиненную роль.

Дренажный сток с болот, водоприемником которого является Орша, в маловодные годы не влияет на качество речных вод, в многоводные ухудшает органолептические характеристики воды за счет высокой цветности.

Выявленные особенности питания реки имеют важное прикладное значение. При планировании водозаборных и водовыпускных мероприятий следует учитывать информацию, на каких именно участках реки происходит разгрузка напорных вод — условно более защищенных от загрязняющих веществ по сравнению с грунтовыми и болотными водами.

Список литературы

- Ахметьева Н.П., Лапина Е.Е., Лола М.В. Экологическое состояние природных вод водосбора Ивановского водохранилища и пути по сокращению их загрязнения. М.: ЛКИ, 2008. 240 с.
- Джамалов Р.Г., Фролова Н.Л., Кричевец Г.Н., Сафронова Т.И., Киреева М. Б., Игонина М.И. Формирование современных ресурсов поверхностных и подземных вод Европейской части России // Водные ресурсы. 2012. Т. 39. № 6. С.571–589.
- Косов В.И., Левинский В.В., Косова И.В. Экология Верхневолжской водной системы. Тверь: Изд-во Булат, 2003. 180 с.
- Красинцева В.В., Кузьмина Н. П., Сенявин М.М. Формирование минерального состава речных вод. М.: Наука, 1977. 176 с.
- Лучшева А.А. Основы гидравлики и гидрометрии. М.: Недра, 1989. 174 с.
- Общегеографическая карта Тверь и окрестности. Масштаб 1:200 000. Комитет геодезии и картографии СССР. Москва. 1991.
- Попов О.В. Подземное питание рек. М.: Гидрометеиздат, 1968. 290 с.
- Просеков А.М., Яковлев П.И. Роль подземных вод в формировании стока малых рек Калининской области // Тез. Докладов, Калинин, 1988. С. 20–24
- Ресурсы поверхностных вод. Гидрологическая изученность. Т. 10, Верхневолжский район. Л.: Гидрометеиздат, 1966. 527 с.
- Чеботарев А.И. Гидрологический словарь. 2 – е изд., Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1970. 305 с.
- Яковлев П.И. Оценка подземного притока Верхней Волги гидрометрическим и гидрохимическими методами на участке реки от истока до г. Твери // Вода и экология. 2012. № 2–3. С. 149–171.

**BATRACHIUM KAUFFMANII (RANUNCULACEAE) В БАСЕЙНЕ РЫБИНСКОГО
ВОДОХРАНИЛИЩА: БИОЛОГИЯ, ЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА**

О. А. Лебедева

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, 152742 пос. Борок, Ярославская обл., Некоузский р-н,
e-mail: anya@ibiw.yaroslavl.ru

Исследованы факторы, влияющие на морфологические особенности, ритмику и онтогенез у *B. kauffmanii* в бассейне Рыбинского водохранилища. Выявлены основные экологические особенности местообитаний вида, приведена карта распространения *B. kauffmanii* по водотокам региона.

Ключевые слова: *B. kauffmanii*, вегетативное размножение, рамета, местообитания.

**BATRACHIUM KAUFFMANII (RANUNCULACEAE) IN THE BASIN OF RYBINSK RESERVOIR:
BIOLOGY, ECOLOGY, PROTECTION.**

O. A. Lebedeva

I.D. Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, 152742 Borok, Yaroslavskaia oblast, Nekouzsky raion
e-mail: anya@ibiw.yaroslavl.ru

Factors effecting morphological peculiarities, rhythmic and ontogenesis in *B. kauffmanii* in the basin of Rybinsk reservoir were investigated. General ecological character of ecotopes of the species are studied, distribution map of *B. kauffmanii* in water courses of the region is presented.

Batrachium kauffmanii (Clerc) V. Krecz. — шелковник Кауфмана, циркумполярный, полизональный вид, представитель мало изученной группы *Batrachium* (DC.) S.F. Gray — водных лютиков. В России встречается в северной половине европейской части, в Сибири, в южной половине Дальнего Востока. В Средней России произрастает преимущественно в нечерноземной полосе. Растет в реках и озерах (Губанов и др., 2013). Растения обладают широким спектром адаптационных возможностей по отношению к гидрологическому режиму водотоков, глубине, скорости потока и другим экологическим факторам, принимают активное участие в русловых процессах небольших рек (Лебедева, 2012).

Заросли *B. kauffmanii* в исследованном регионе встречаются исключительно на быстринах и перекатах небольших рек и ручьев (рис.), являющимися притоками Рыбинского водохранилища.



Рис. 1. Карта точек сбора *B. kauffmanii* в бассейне Рыбинского водохранилища.

Растения за короткий срок (15–20 суток с момента начала вегетации) формируют различные по площади эллипсовидные, обтекаемой формы куртины, мозаично расположенные в русловой части исследованных водотоков. Одним из примеров могут являться перекаты р. Ильдь в р-не с. Марьино Ярославской обл. образующиеся на расширенном участке русла, с дроблением его на два рукава. Поток воды во время весенних и осенних паводков размывает морену (ледниковые отложения) унося песок, мелкие частицы глины и концентрируя на перекатах крупную гальку и выступающие из воды моренные валуны. В исследованных реках оптимальная глубина произрастания *B. kauffmanii* в течение вегетационного сезона колеблется от 15.0 до 30.0 см в период летней межени и от 70.0 см до 1 м в период подъема и пика паводка, скорость течения 0.7–1.5 м/сек соответственно, pH 6.0–7.0. Нами установлено, что при длительном нахождении в застойных зонах (0.0–0.1 м/сек), образующихся вследствие деятельности бобров, строительства насыпей и запруд в водотоках, популяция погибает и в следующем вегетационном сезоне не восстанавливается. Изучение субстратной адаптации подтвердили доми-

нирующее влияние характера грунта на формирование и распространение популяций шелковника Кауфмана в водотоках: подавляющее большинство плотных зарослей приурочено к русловому аллювию, состоящему из грубозернистого песка, гравия и гальки. На мелководьях с чистым песком или заиленным песчаным грунтом рассеянно встречаются разреженные куртины или отдельные особи.

Как показали исследования, определяющим фактором, оказывающим существенное влияние на морфологические особенности, ритмику и онтогенез у *B. kauffmanii*, является водный режим водотоков (Лебедева, 2013). Нами выявлено, что вегетативное размножение у *B. kauffmanii* в бассейне Рыбинского водохранилища наблюдается в начале июля, совпадая со «сбросом» воды в водохранилище и продолжительной летней меженью. Раметы *B. kauffmanii* играют главную роль в самоподдержании популяций, являются средством колонизации новых или освободившихся пространств и проявляют сходную стратегию (Раменский, 1938) вегетативно подвижного эксплорента (быстрого захвата территории при недолговременном ее удержании).

Многолетние наблюдения (2009–2014 гг.), проведенные в естественных местообитаниях *B. kauffmanii* и результаты ревизии гербарного материала позволяют сделать вывод, что места нахождения данного вида в бассейне Рыбинского водохранилища немногочисленны. Популяции специфического речного вида в настоящее время испытывают постоянное антропогенное воздействие в различных его формах и заслуживают, на наш взгляд, пристального внимания и охраны.

Автор выражает благодарность куратору гербария ИБВВ РАН им. И.Д. Папанина ИВВ Э.В. Гарину за предоставление карты точек сбора *B. kauffmanii* в исследуемом регионе.

Список литературы

- Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Т. 2: Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). 2-е изд., испр. и доп. М.: Т-во научных изданий КМК, 2013. С. 179–184.
- Лебедева О.А. Особенности фенологического развития *Batrachium kauffmanii* (Ranunculaceae) в малых реках Ярославской области. Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2012. № 1. Т. III (Естественные науки). С. 98–103.
- Лебедева О.А. Особенности прорастания семян и начальных этапов онтогенеза *Batrachium kauffmanii* (Ranunculaceae) в лабораторных условиях // Растительные ресурсы. 2013. № 3. Т. 49. С. 304–311.
- Раменский Л.Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. М.: Сельхозгиз, 1938. 620 с.

УДК 574.583

СТРУКТУРА ЛЕТНЕ-ОСЕННЕГО ФИТОПЛАНКТОНА РЕКИ МОСКВЫ

Н. Е. Лихачева, В. М. Хромов, Н. А. Шидловская

Кафедра гидробиологии биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова,
119991 г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, likhachev-uv@rambler.ru

Исследована структура летне-осеннего фитопланктонного сообщества реки Москвы в 2013 г. Выявлены два пика развития фитопланктона, определены виды-доминанты. Массовое развитие α - β -мезосапробных организмов свидетельствовало об ухудшении качества воды вследствие эвтрофикации.

Ключевые слова: фитопланктон, малые реки, качество воды.

It was investigated a structure of the summer-autumnal phytoplankton community in Moscow river in 2013 year. It was founded two peaks of development of phytoplankton and determined predominant species. The mass development of the α - β -mesosaprobiont species is demonstrating that the quality of the water in Moscow river was deteriorated in consequence of eutrophication.

Keywords: phytoplankton, small rivers, water quality.

Река Москва служит одним из основных источников водоснабжения мегаполиса, в связи с этим важен контроль качества ее вод, поступающих в водопроводную систему. Качество воды зависит от действия целого ряда различных факторов. Одним из наиболее важных природных компонентов, под действием которого формируется качество воды, является фитопланктон. Развитие тех или иных групп микроводорослей, а также изменение характерной для различных этапов сезонной сукцессии структуры фитопланктонного сообщества могут свидетельствовать о загрязнении природной воды, чем и обусловлена актуальность наших наблюдений и исследований.

Для работы отбирали пробы поверхностного фитопланктона в районе Звенигородской биостанции. Данный участок реки расположен выше г. Звенигорода (и, соответственно, выше г. Москвы). Несмотря на отсутствие промышленных предприятий и крупных населенных пунктов, москворецкая вода на данном участке подвергается значительной антропогенной нагрузке в связи с интенсивным природопользованием на площади водосбора, наличием значительных по площадям сельскохозяйственных угодий, а также многочисленных рекреационных зон.

Пробы отбирали еженедельно утром на одной и той же станции, фиксировали формалином и концентрировали отстойным методом по стандартной методике, и микроскопировали в камере Нажотта. В данной работе мы представляем результаты по исследованию изменений фитопланктона в течение 6 месяцев (с июня по ноябрь 2013 г.).

Изменения суммарной численности и биомассы фитопланктона за этот период представлены на рисунке.

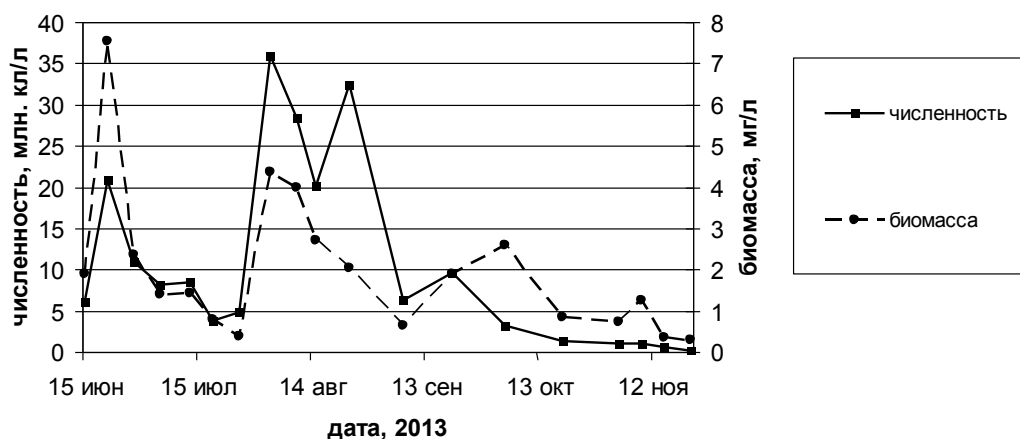


Рис. Численность и биомасса фитопланктона.

Из графика видно, что в развитии фитопланктона за данный период времени можно выделить два пика, приходящиеся на середину июня и конец июля—середину августа. В июне по численности доминировали синезеленые и диатомовые водоросли. На пике развития (21.06) суммарная численность сообщества фитопланктона, представленного 73 видами, составляла 20.76 млн. кл./л (миллионов клеток в литре), суммарная биомасса — 7.54 мг/л. Наиболее многочисленными были синезеленые (цианобактерии) *Aphanizomenon flos-aqua*(L.) Ralfs (2.45 млн. кл./л) и *Aphanothece microscopica* Nag. (2.08 млн. кл./л.). Из диатомовых по численности доминировал *Stephanodiscus hantzschii* Grun. (1.62 млн. кл./л). Данная диатомея являлась доминантом и по биомассе (2.23 мг/л). Многочисленными были также зеленые микроводоросли, в частности, *Monoraphidium contortum* (Thur.) Kom.-Legnerova (0.80 млн. кл./л) и *Scenedesmus armatus* (Chod.) Chod. (0.82 млн. кл./л), а также неопределенные до рода нанопланктонные одноклеточные хлорококковые (1.17 млн. кл./л). Субдоминантами по биомассе были криптофитовые водоросли — *Cryptomonas erosa* Ehr. (0.49 мг/л) и *C. marssonii* Skuja (0.42 мг/л).

В июле наблюдался спад количественного развития фитопланктона, суммарные численности достигали значений от 10.91 млн. кл./л (28.06) до 3.80 млн. кл./л (19.07) и 4.85 млн. кл./л (26.07), суммарные биомассы составляли величины от 2.35 мг/л (28.06) до 0.78 мг/л (19.07) и 0.38 мг/л (26.07), количество видов варьировалось от 65 (05.07) и 78 (13.07) до 52 (26.07). По численности во всех пробах доминировала диатомея *Stephanodiscus hantzschii* Grun., ее количество достигало значений в 1.00–1.36 млн. кл./л, за исключением конца июля — в этот период по численности доминировали неопределенные до рода одноклеточные кокковидные хлорококковые (2.21 млн. кл./л). По биомассе доминантными были следующие виды: 05.07 — диатомовая *Gomphonema olivaceum* (Horn.) Kutz. (0.379 мг/л), 13.07 — *Stephanodiscus hantzschii* Grun. (0.299 мг/л), 19.07 — диатомовые *Navicula viridula* (Kutz.) Ehr. (0.084 мг/л) и *Stephanodiscus hantzschii* Grun. (0.067 мг/л), 26.07 — синезеленая *Oscillatoria mougeotii* (Kutz.) Forti (0.091 мг/л).

В августе суммарные численности фитопланктона составляли: 03.08–35.86 млн. кл./л, 10.08 — 28.41 млн. кл./л, 15.08 — 20.11 млн. кл./л, 24.08 — 32.47 млн. кл./л; суммарные биомассы составляли соответственно 4.35, 4.00, 2.72 и 2.03 мг/л, количество видов — 128, 91, 86 и 77. Во всех августовских пробах по численности доминировали синезеленые микроводоросли, количество их всегда превышало значения в миллион клеток на литр. Наиболее многочисленными были виды рода *Microcystis* (*M. aeruginosa* (Kutz.) Elenk. и *M. pulverea* (Wood) Forti), *Oscillatoria* (*O. geminata* Scwabe et Gom., *O. mougeotii* (Kutz.) Forti), *Gomphosphaeria* (*G. lacustris* Chod., *G. aponina* Kutz., *Aphanothece clathrata* W. et G.S. West. В первой декаде месяца (10.08) была также весьма значительной биомасса диатомеи *Stephanodiscus hantzschii* Grun. (1.03 мг/л). В остальных августовских пробах по биомассе чаще всего доминировали немногочисленные, но крупноклеточные виды десмидиевых водорослей (*Staurastrum gracile* Ralfs et Ralfs, *S. paradoxum* Meyen et Ralfs и др.), а также зеленые *Coelastrum microporum* Nag. и *Oocystis lacustris* Chod.

Осенью, начиная с сентября, количественные показатели фитопланктонного сообщества постепенно снижались, достигая своего минимума в конце ноября (суммарная численность — 0.17 млн. кл./л; суммарная биомасса — 0.30 мг/л, 64 вида). В первой декаде сентября фитопланктон был представлен 59 видами, по численности доминировали синезеленые водоросли *Microcystis pulverea* (Wood) Forti (1.15 млн. кл./л) и *Oscillatoria mougeotii* (Kutz.) Forti (1.26 млн. кл./л). По биомассе доминировали *Oscillatoria mougeotii* (Kutz.) Forti (0.125 мг/л), а также синуровый *Microglena monadina* Ehr. (0.101 мг/л). Во второй половине сентября по численности доминировали синезеленые *Microcystis aeruginosa* (Kutz.) Kutz. (2.19 кл./л) и *Oscillatoria mougeotii* (Kutz.) Forti (2.27 кл./л), по биомассе — синезеленая *Oscillatoria mougeotii* (Kutz.) Forti (0.9 мг/л) и диатомовая *Stephanodiscus hantzschii* Grun. (0.57 мг/л). В октябре последние два вида микроводорослей постоянно входили в группу доминантов как по численности, так и по биомассе. Так, например, 04.10.2013 численность *Oscillatoria mougeotii* (Kutz.) Forti. составляла 0.93 млн. кл./л, биомасса — 0.093 мг/л, численность *Stephanodiscus hantzschii* Grun. — 0.81 млн. кл./л, биомасса — 2.15 мг/л. В ноябре в состав доминирующих видов (как по численности, так и по биомассе) постоянно входил *Stephanodiscus hantzschii* Grun., численность его составляла сотни тысяч клеток в литре в начале ноября и снизилась до десятков тысяч клеток на литр в конце месяца, биомасса составляла десятые доли миллиграмма на литр в

начале и сотые доли миллиграмма на литр в конце последнего месяца наблюдений. В группу доминантов по численности в первые две декады ноября входили также синезеленые (03.11.2013 — *Microcystis pulvere* (H.C. Wood) Forti (0.53 млн. кл./л), 09.11.2013 — *Gomphosphaeria lacustris* Chod. (0.072 млн. кл./л), 15.11.2013 — *Phormidium molle* Gom. (0.098 млн. кл./л), *Oscillatoria subtilissima* Kutz. (0.07 млн. кл./л). По биомассе в состав доминирующей группы в ноябре входили различные виды диатомей (03.11.2013 — *Aulacoseira italica* (Ehr.) Sim. (0.045 мг/л) и *Nitzschia sigmoidea* (Nitzsch) W. Smith (0.048 мг/л), 09.11.2013 — *Surirella biseriata* var. *bifrons* (Ehr.) Hustedt (0.059 мг/л), 15.11.2013 — *Navicula cryptocephala* Kutz. (0.016 мг/л).

Таким образом, в летне-осенний период 2013 г. в р. Москве установлены два пика развития фитопланктона — в середине июня и в конце июля — августе. В середине июня по численности доминировали синезеленые, диатомовые и зеленые, по биомассе — диатомовые и криптофитовые водоросли. В августе по численности доминировали синезеленые, по биомассе — диатомовые, зеленые и десмидиевые. Обращает на себя внимание тот факт, что в группу видов-доминантов входили токсикогенные водоросли, являющиеся потенциально опасными не только для гидробионтов, но и для здоровья людей (например, *Aphanizomenon flos-aqua* (L.) Ralfs, *Microcystis aeruginosa* (Kutz.) Elenk.). За исключением второй половины ноября, во всех пробах в группу доминантных видов по численности входили синезеленые водоросли, по биомассе — диатомовые (в частности, *Stephanodiscus hantzschii* Grun.). Учитывая то, что по шкале сапробности (Унифицированные методы ..., 1977) многие виды-доминанты (*Aphanizomenon flos-aqua* (L.) Ralfs, *Stephanodiscus hantzschii* Grun., *Navicula cryptocephala* Kutz. и др.) относятся к группе α - β -мезосапробных организмов, можно предположить определенное ухудшение качества московской воды вследствие эвтрофикации.

Список литературы

Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. 3. Методы биологического анализа вод. Прил. 2. Атлас сапробных организмов. М.: Изд-во СЭВ, 1977.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕПАРАЗИТИЧЕСКОЙ МИНОГИ Р. ЧУКША (БАСЕЙН Р. АНГАРА)

Ю. В. Лошакова, И. Б. Книжин

Иркутский государственный университет, loshakova_julia@mail.ru

Биология миноги и ее распространение в водоемах Восточной Сибири исследованы недостаточно. Дискутируется вопрос о таксономическом статусе форм, населяющих сибирские реки. В основном это связано с отсутствием данных об их феноетическом и генетическом разнообразии. Причиной этого являются особенности онтогенеза и экологии этих организмов, которые большую часть времени ведут скрытый образ жизни. Их миграции в основном связаны с нерестом, проходящим в короткие сроки, после чего половозрелые особи погибают. В связи с этим наблюдения за миногами и сбор необходимого для исследований материала связаны с большими трудностями. Недостаток или отсутствие сведений об этих организмах ведет к тому, что их обитание не регистрируется, а эпизодические находки объясняются малой численностью. Сведения по биологии и экологии миног для ряда водоемов, чаще всего, представляют компиляции опубликованных данных, не имеющих прямого отношения к характеризующим местам обитания. Это приводит к неоправданному включению миног в списки животных, требующих особых мер охраны, что препятствует их изучению (Книжин и др., 2012).

Летом 2009 г. минога была обнаружена в бассейне реки Чуна–Ангара — Чукше. Существует мнение о том, что мелкие непаразитические формы следует рассматривать вместе с проходной тихоокеанской миногой в составе сложнокомплексного вида *Lethenteron camtschaticum* (Кучерявый, 2006). Результаты молекулярно-генетических исследований не противоречат данному предложению, но требуют дальнейшего продолжения (Лошакова, Пудовкина, 2012). В связи с этим изучение миноги бассейна Чуна–Ангара необходимо не только для выяснения ее биологических характеристик, но и таксономического статуса.

Река Чукша является правым притоком р. Чуна, в которую впадает в 540 км от места ее слияния с р. Бирюсой. Длина реки составляет около 190 км. Дно каменисто-песчаное с небольшим заилением. Прекары сменяются неглубокими (до 2 м) плесами. Вода слегка мутная, после выпадения осадков приобретает темно-коричневый цвет.

Материалом для предварительного исследования послужили выборки миноги, собранные с мая по октябрь 2009–2010 гг. в среднем течении р. Чукша. Отлов проводился бреднем и сачком. Наблюдения за нерестовым поведением проводились и на других реках в течение летнего и осеннего периодов 2011 г., а также в конце мая — начале июня 2012 и 2014 гг. Материал для морфо-биологического анализа фиксировался в 4% растворе формальдегида и впоследствии обрабатывался в лабораторных условиях. Морфометрические исследования 71 особей выполнены по схеме, представленной в работе А.В. Кучерявого. Статистическая обработка проведена по общепринятым методикам. Значимость различий и их величину определяли по *t*-критерию, принимая $p \leq 0.001$ и коэффициенту *CD* Майра соответственно.

Определение пола проводилось по наличию у них вторичных половых признаков (урогенитальной папиллы у самцов и анального киля у самок). Сбор материала проводился в местах нереста.

Минога, обитающая в бассейне р. Ангара — моноциклическая, погибающая после первого нереста форма (рис. 1).



Рис. 1. Минога р. Чукша (2009 г.): А — половозрелая самка, длина (*ab*) — 152 мм, Б — половозрелый самец, *ab* — 169 мм, В — личинка (пескоройка) в стадии метаморфоза, *ab* — 171 мм, Г — пескоройка III генерации, *ab* — 126 мм.

Длина тела самцов варьирует в пределах 141–182 (в среднем 161) мм, самок — 135–177 (153) мм. Масса самцов и самок составляет соответственно 6.3–8.2 (в среднем 7.5) и 6.0–7.7 (6.5) г.

Меристические признаки половозрелых особей р. Чукша следующие:

- ротовая воронка: количество anteriоральных зубов варьирует от 18 до 26 с выраженными 3–5 крупными зубами (рис. 2);
- выше передней зубной пластинки, супраоральный (верхнечелюстной) зуб с двумя вершинами, по краям зубной пластинки они расположены в виде клыков;
- инфраоральных (нижнечелюстных) зубов 6, реже 7;
- крайние зубы сдвоенные, остальные одинарные;
- количество постериоральных зубов варьирует от 18 до 26, в среднем — 23;
- латеральные зубы сдвоенные, по 3 с каждой стороны глоточного отверстия;
- количество туловищных миомеров варьирует в пределах 66–73, чаще — 69.

Половой диморфизм проявляется в 11 из 24 анализируемых признаков. У самцов по сравнению с самками, относительно длины тела (*ab*), больше: высота тела (*ds*), длина рыла (*ag*), диаметр ротового диска (*it*), длина основания 1-го спинного плавника (*km*), высота 1-го спинного плавника (*op*), длина 2-го спинного плавника (*nq*), длина спинной части хвостового плавника (*qb*) и расстояние от анального отверстия до конца хвостового плавника (*lb*). Напротив, самки отличаются большим относительным расстоянием от конца рыла до 1-го спинного плавника (*ak*) и от конца рыла до анального отверстия (*al*). Только по одному из сравниваемых признаков — *al* величина значения *CD* превысила формальный подвидовой уровень. Довольно высокие значения *CD* также отмечаются по антедорсальному расстоянию и расстоянию от анального отверстия до конца тела.

Личинки миног (пескоройки) обитают на заиленных участках реки со слабым течением, в небольших заливах, часто встречаются вблизи размытых берегов. Почти все время они находятся в иле, который редко покидают в светлое время.

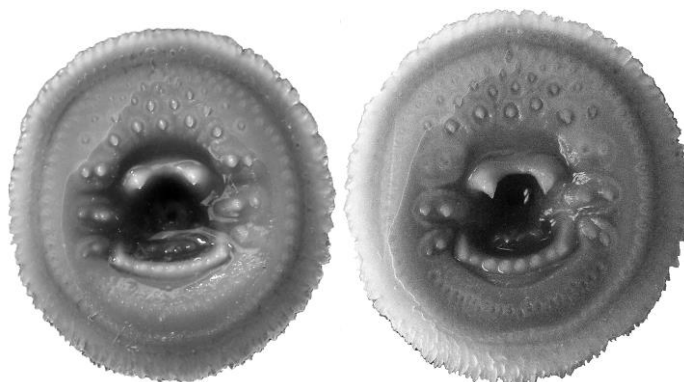


Рис. 2. Ротовая воронка миноги р. Чукша.

Наши наблюдения за распределением миног в различных биотопах показали, что пескоройки 1–2 года жизни предпочитают места с дном, покрытым мелкодисперсным илом или участки, где есть выход родниковых вод. Личинки старших поколений чаще встречаются на участках, где присутствует ил с крупными фрагментами органики (опавшие листья, ветки и др.) и специфическим запахом.

Взрослые миноги предпочитают участки рек с быстрым течением, каменистым или песчано-галечным дном. Часто встречаются в местах, затенённых прибрежной растительностью. Ярко выраженная миграция свя-

зана лишь с нерестом, в другое время они ведут малоподвижный образ жизни, присасываясь к камням, затонувшим корягам и стволам деревьев.

На нерестилищах половозрелые особи появлялись после выпадения обильных осадков, повышения уровня воды и наступлении ясной погоды. Температура воды в реке в этот период составляла +13–15°C, что ранее также отмечалось для миноги обского бассейна (Полторыхина, 1971, 1979). Нерестовое поведение ангарской миноги во многом совпадает с тем, что описано ранее для резидентной формы тихоокеанской миноги *L. camtschaticum* (Кучерявый и др., 2010).

Нерест проходил с конца мая до середины июня на участках с относительно быстрым течением, песчано-галечным дном на глубинах 0.2–0.5 м. Непосредственно перед нерестом хвостовой плавник самок приподнимается вверх, у самцов — вниз, что также отмечалось Т.А. Морозовой (1956). В составе небольших стаяк, за короткое время, миноги строят гнезда в форме овальных ямок. В постройке гнезда принимают участие самцы и самки. Соотношение полов на нерестилищах в июне 2011 и 2012 гг. было близко 1:1.5 с преобладанием самцов. После постройки гнезда, самка присасывалась ротовой воронкой к небольшому камню. В свою очередь от одного до нескольких самцов прикреплялись к ней. Затем, самец сжимал брюшко самки в «замок» и происходило выметывание икринок. При помощи папиллы производился направленный выброс спермы. Вероятно, киль самок способствует разделению икринок при выметывании, их перемешиванию с песком на дне гнезда. Самки откладывают икру порционно. Судить об этом можно из того, что у большинства особей, отловленных в период нереста, гонады имели разную степень выбитости. Оплодотворенные икринки приклеиваются к камням на дне. Перемещения самцов от гнезда к гнезду указывает на то, что состав нерестящихся групп не постоянен. Особи находились на нерестилищах в течение 4 дней, после чего сносились течением в отглубые участки.

ИАП 20 самок, гонады которых были частично выбиты, изменялась в пределах 770–2028 икринок, и в среднем составила 958 икринок. У 7 самок, не приступивших к нересту, количество икринок составило 1042–3166 шт., в среднем — 1683 шт. Диаметр икринок находился в пределах 0.79–0.87 м, в среднем — 0.83 мм.

Подсчет особей на одном из нерестилищ, площадью 116 м², показал их плотность 80–160 экз./м², в среднем — 132.8 экз./м². На другом, площадью 12 м², оказалось от 64 до 128 экз./м², в среднем — 96 экз./м².

Кишечники половозрелых миног на нерестилищах оказались пустыми. Пища личинок состояла из детрита и мелких водорослей.

Миноги являются объектом питания рыб и птиц. На речных отмелях на них охотятся сороки и вороны. Также они встречались в желудках рыб: налима, окуня, щуки, отловленных рыбаками в притоках р. Чуна. Личинки миног в ангарском бассейне, кроме указанных выше видов, являлись компонентом питания тайменя, ленка и сига (Мамонтов, 1977; Егоров, 1985). Обращается внимание на то, что значение миног в питании рыб может быть недооценено, так как в содержимом желудков их трудно идентифицировать (Митрофанов и др., 1986).

Список литературы

- Артамонова В.С., Кучерявый А.В. Внутривидовое разнообразие последовательности COI митохондриальной ДНК миноги *Lethenteron camtschaticum* на ее ареале // Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря: Мат. XI Всерос. конф. с междунар. участием, 9–11 ноября 2010. СПб., 2010. С. 13–14.
- Артамонова В.С., Кучерявый А.В., Павлов Д.С. Последовательности гена субъединицы I цитохромоксидазы (COI) мтДНК миног, относимых к *Lethenteron camtschaticum* и *Lethenteron reissneri* complex, не имеют различий видового уровня // Докл. акад. наук. 2011. Т. 437. № 5. С. 703–708.
- Егоров А. Г. Рыбы водоемов юга Восточной Сибири. Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1985. 364 с.
- Книжнин И.Б., Богданов Б.Э., Кучерявый А.В., Лошакова Ю.В. О необходимости изменений в перечне рыбообразных и рыб, внесенных в Красную Книгу Иркутской области // Байк. зоол. журн. 2012. № 3. С. 35–38.
- Кучерявый А.В., Савваитова К.А., Павлов Д.С. и др. Вариации жизненной стратегии тихоокеанской миноги *Lethenteron camtschaticum* р. Утхолок (Западная Камчатка) // Вопр. ихтиологии. 2007а. Т. 47. № 1. С. 42–57.
- Кучерявый А.В., Савваитова К.А., Груздева М.А., Павлов Д.С. Половой диморфизм и некоторые особенности нерестового поведения тихоокеанской миноги *Lethenteron camtschaticum* // Вопр. ихтиологии. 2007б. Т. 47. № 4. С. 462–466.
- Кучерявый А.В., Д.С. Павлов, Савваитова К.А. Нерестовое поведение у тихоокеанской миноги. Гетерогамия как фактор сохранения эволюционного стаза // Поведение рыб. Мат. Докл. IV Всерос. Конф. с междунар. участием. 19–21 октября 2010 г., Борок, Россия. М.: Акварис, 2010. С. 195–202.
- Лошакова Ю.В., Пудовкина Т.А. Генетические особенности миноги *Lethenteron* sp. р. Чукша (бассейн р. Ангара) // Мат-лы студ. науч.-теорет. конф. ИГУ. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2012. Вып. 15. С. 37–39.
- Майр Э. Принципы зоологической систематики. М.: Мир, 1971. 454 с.
- Мамонтов А.М. Рыбы Братского водохранилища. Новосибирск: Наука, 1977. 246 с.
- Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Песериди Н.Е. и др. Рыбы Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1986. Т. 1. 272 с.
- Морозова Т.А. Материалы по биологии и систематике тихоокеанской миноги // Вопр. ихтиологии. 1956. Вып. 7. С. 149–157.
- Полторыхина А.Н. Рост и развитие сибирской миноги (*Lampetra kessleri*) в реках Восточного Казахстана // Изв. АН КазССР. Сер. биол. 1971. № 1. С. 40–46.
- Полторыхина А.Н. К вопросу о систематическом положении, распространении и происхождении сибирской речной миноги *Lampetra kessleri* (Anikin) // Изв. СО АН СССР. Сер. биол. 1979. Вып. 1. С. 68–72.

К ИЗУЧЕНИЮ МАКРОЗООБЕНТОСА Р. ПРЫ НА ТЕРРИТОРИИ ОКСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

И. Ю. Лычковская

ФГБУ «Окский государственный природный биосферный заповедник»

391072, Рязанская обл., Спасский р-н., п/о Лакаш, п. Брыкин Бор, e-mail: heteroptera@yandex.ru

Исследован видовой состав и количественные характеристики макрозообентоса р. Пры и ее стариц в охранной зоне Окского заповедника. Выявлено 67 видов и надвидовых таксонов из 14 групп. Для р. Пры отмечены большая численность и биомасса макрозообентоса, в сравнении с водоемами ее поймы.

Ключевые слова: макрозообентос, р. Пра, Окский заповедник.

Researches of the species composition and quantitative characteristics of macrozoobenthos of the Pra rivers and its Bayous in a buffer zone of Oka Reserve were spent. In the Pra river and its Bayou, 67 species and supra-species taxa of the 14 groups are revealed. For Pra river number and the general biomass more than in floodplain water bodies have been calculated.

Keywords: macrozoobenthos, the Pra river, Oka Reserve

Река Пра — левый приток р. Оки, является основной рекой на территории Окского заповедника. Ее протяженность 167 км, площадь водосбора 5.52 тыс. км² (Иванчев, Иванчева, 2010). Протяженность реки в границах заповедника составляет 56 км (по прямой всего 27 км). Здесь она сильно меандрирует и образует множество стариц (Панкова, 2014). К настоящему времени сведения по фауне, биологии и экологии макрозообентоса водоемов Окского заповедника опубликованы в нескольких работах (Иванчева, 2000, 2003, 2007; Воробьева, 2012а, б).

Материалом для данной работы послужили данные бентосных сборов, проведенных в августе–октябре 2013 г. и апреле–июне 2014 г. на 7 станциях, расположенных в разных участках р. Пры в районе пос. Брыкин Бор и в водоемах поймы р. Пры: старицах Смолянка, Алешина Лука и Большое Попово. Всего собрано и обработано 77 проб. Отбор проб осуществлялся дночерпателем Экмана-Берджа с площадью захвата 1/100 м². Грунт в местах отбора проб на р. Пре песчаный с разной степенью заиленности, на Смолянке грунт песчаный, на старицах Алешина Лука и Большое Попово — заиленный песок с большим количеством растительных остатков в донных отложениях. Определение материала проводилось по определителям серии «Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий» (Иванова, 1994; Степаньянц, 1994; Цалолыхин, 1994; Финогенова, 1994; Полякова, 1994; Старобогатов, 1995, 2004; Канюкова, 1997; Клюге, 1997; Тузовский, 1997; Харитонов, 1997; Андреева, 1999; Пржиборо, 1999; Янковский, 1999; Иванов, 2001).

Всего в пробах было выявлено 67 видов и надвидовых таксонов (форм) из 14 групп. Ведущими по видовому составу группами организмов являлись Mollusca (Bivalvia, Gastropoda) — 17 видов и Oligochaeta — 14 видов и форм. Меньшим видовым разнообразием были представлены Odonata — 7 видов, Ephemeroptera — 5 видов и форм, Diptera — 6 видов и форм, Hirudinea — 4 вида, Heteroptera — 4 вида, Trichoptera — 3 вида, Crustacea — 3 вида, Turbellaria, Nematoda, Porifera и Hydrachnidia — по 1 виду. Средние численность и биомасса основных групп макрозообентоса исследованных водоемов отражен в таблице.

Большинство встреченных видов уже отмечалось ранее для водоемов Окского заповедника (Иванчева, 2000, 2003, 2007; Николаева, 2006; Воробьева, 2012а). Полученные результаты не являются полными и носят предварительный характер в связи с начальным этапом исследования, но отражают, в первую очередь, широко распространенные виды в р. Пре и водоемах ее поймы.

Для р. Пры отмечены большая численность и биомасса макрозообентоса, в сравнении с водоемами ее поймы (табл.). Средняя численность зообентоса составила 55.0 ± 9.8 экз./м², биомасса — 64.25 ± 12.76 г/м². Преобладали олигохеты (50%), преимущественно *Lumbriculus variegatus* (O. Müller, 1773), *Limnodrilus hoffmeisteri* f. *typica* Claparede, 1862. Большие значения биомассы на р. Пре в значительной степени обусловлены присутствием таких двусторчатых моллюсков как *Unio rostratus* Lamarck, 1799, *Tumidiana tumida* (Philipsson in Retzius, 1788).

Таблица. Средние численность (N, экз./м²) и биомасса (B, г/м²) основных групп макрозообентоса водоемов поймы р. Пры

Таксономическая группа	р. Пра		Смолянка		Алешина Лука		Большое Попово	
	N	B	N	B	N	B	N	B
Bivalvia	70.3	632.61	5.1	0.49	-	-	-	-
Gastropoda	50.8	7.87	38.0	26.19	14,5	0.02	25.3	0.11
Nematoda	-	-	1.2	0.001	12.9	0.001	-	-
Oligochaeta	274.8	0.57	8.3	0.32	8,98	0.005	54.2	0.16
Hirudinea	25.4	0.15	28.4	0.19	-	-	-	-
Crustacea	33.3	0.13	45.8	0.18	18,6	0.06	-	-
Ephemeroptera	18.1	0.07	16.7	0.02	32,8	0.009	11.2	0.06
Odonata	24.2	0.59	-	-	13,3	1.73	18.2	0.38
Heteroptera	10.0	0.18	-	-	-	-	0.6	0.05
Trichoptera	22.6	0.24	-	-	-	-	-	-
Diptera	20.4	0.22	11.5	0.082	58,4	0.03	8.2	0.04
Всего	549.9	642.63	155.0	27.473	159.48	1.855	117.7	0.80

В старице Смолянка средняя численность и биомасса макрозообентоса составили соответственно 20.63 ± 14.1 экз./м² и 3.43 ± 2.01 г/м². В численном отношении в пробах преобладали Crustacea (29.6%) и Gastropoda (24.5%) с доминированием отдельных видов: *Asellus aquaticus* (L., 1758), *Viviparus viviparus* (L., 1758), *Lymnaea stagnalis* (L., 1758). Последние два вида составили основную долю биомассы (95.3%) старицы. Для старицы Алешина Лука средняя численность — 20.04 ± 8.3 экз./м², биомасса — 0.47 ± 0.01 г/м². При этом численно доминировали представители отряда Diptera (36.6%) преимущественно за счет *Chaoborus* sp. Lichtenstein, 1800. Основу биомассы составили нимфы стрекоз *Epiptera bimaculata* Charpentier, 1825. Наименьшая средняя численность и биомасса оказались в старице Большое Попово — 19.6 ± 3.5 экз./м² и 0.13 ± 1.8 г/м². Большую долю (54.2 экз./м², 46% общей численности) составляют олигохеты с доминированием *Rhynchelmis limnosa* Hoffmaister, 1843 и *Lumbriculus* sp. Также, как и в старице Алешина Лука, в биомассе преобладали *Epiptera bimaculata*.

Таким образом, по полученным данным, макрозообентос в р. Пра и водоемах ее поймы характеризуется средним таксономическим разнообразием. Широкий размах численности и биомассы в реке и старицах вызван высокой степенью доминирования отдельных представителей. В целом, для р. Пры отмечены большая численность и биомасса макрозообентоса, в сравнении с водоемами ее поймы.

Список литературы

- Андреева Р.В. Слепни (Tabanidae) // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 4. СПб.: Наука, 1999. С. 309–315.
- Воробьева Л.П. Видовой состав макрозообентоса некоторых малых рек Рязанской области // Тр. Окского гос. биосф. заповедника. Вып. 27. Рязань, 2012а. С. 336–349.
- Воробьева Л.П. Количественные характеристики макрозообентоса малых рек Рязанской области // Тр. Окского гос. биосф. заповедника. Вып. 27. Рязань, 2012б. С. 350–359.
- Иванов В.Д., Григоренко В.Н., Арефина Т.И. Trichoptera (Ручейники) // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 5. Высшие насекомые. СПб.: Наука, 2001. С. 7–72.
- Иванова Л.В. Porifera // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 1. Низшие насекомые. СПб.: Наука, 1994. С. 7–10.
- Иванчева Е.Ю. К фауне ручейников Окского заповедника и сопредельных территорий // Тр. Окского заповедника. Вып. 20. Рязань, 2000. С. 61–72.
- Иванчева Е.Ю. Водные моллюски Окского заповедника: видовой состав, некоторые черты экологии, влияние гидрологического режима // Тр. Окского государственного биосферного заповедника. Вып. 22. Рязань, 2003. С. 399–412.
- Иванчева Е.Ю. Распределение Trichoptera по типам водоёмов и влияние гидрологического режима на их жизнедеятельность в условиях Окского заповедника // Проблемы водной энтомологии России и сопредельных стран. Мат. III Всеросс. симпоз. по амфибиотическим и водным насекомым. Воронеж, 2007. С. 140–144.
- Иванчев В.П., Иванчева Е.Ю. Круглоротые и рыбы Рязанской области и прилегающих территорий. Рязань, 2010. 292 с.
- Канюкова Е.В. Полужесткокрылые (Heteroptera) // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 3. Паукообразные. Низшие насекомые. СПб.: Наука, 1997. С. 265–288.
- Клюге Н.Ю. Поденки (Ephemeroptera) // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 3. Паукообразные. Низшие насекомые. СПб.: Наука, 1997. С. 175–220.
- Николаева А.М. Полужесткокрылые Мещёрской низины // Тр. Окского государственного природного биосферного заповедника. Вып. 25. Рязань, 2006. 231 с.
- Панкова Н.Л. Структура и динамика растительного покрова водоёмов Окского заповедника // Тр. Окского государственного природного биосферного заповедника. Вып. 31. Рязань, 2014. 166 с.
- Полякова Е.А. (Hirudinea) // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 1. Низшие насекомые. СПб.: Наука, 1994. С. 136–138.
- Пржиборо А.А. Земноводные комары (Dixiidae), хаобориды (Chaoboridae) // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 4. СПб.: Наука, 1999. С. 120–136.
- Старобогатов Я.И. Высшие раки // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 2. Ракообразные. СПб.: Наука, 1995. С. 157–206.
- Старобогатов Я.И. Моллюски // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 6. Моллюски. Полихеты. Немертины. СПб.: Наука, 2004. С. 11–492.
- Степаньянц С.Д. Cnidaria // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 1. Низшие насекомые. СПб.: Наука, 1994. С. 11–16.
- Тузовский П.В. Гидрахниды (Hydrachnidia) // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 3. Паукообразные. Низшие насекомые. СПб.: Наука, 1997. С. 11–35.
- Финогенова Н.П. Oligochaeta // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 1. Низшие насекомые. СПб.: Наука, 1994. С. 112–134.
- Харитонов А.Ю. Стрекозы (Odonata) // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 3. Паукообразные. Низшие насекомые. СПб.: Наука, 1997. С. 221–246.
- Цалолыхин С.Я. Nematoda // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 1. Низшие насекомые. СПб.: Наука, 1994. С. 84–100.
- Янковский А.В. Мошки (Simuliidae) // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 4. СПб.: Наука, 1999. С. 154–182.

МЕЖГОДОВАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАКРОЗООБЕНТОСА НА ПРИУСТЬЕВЫХ УЧАСТКАХ РЕКИ КАРГАТ (БАССЕЙН ОЗ. ЧАНЫ, ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

М. И. Лялина, Е. Н. Ядренкина

Институт систематики и экологии животных СО РАН, г. Новосибирск ул. Фрунзе, 11, lyalina@nqs.ru

Приведены сравнительные данные по таксономическому составу и пространственному распределению макрозообентоса на биотопически разнотипных участках притока оз. Чаны в годы со среднемноголетним уровнем воды и в период его понижения. Показано, что таксономический состав, структура и характер функционирования макрозообентоса находятся в тесной связи с колебаниями уровня и минерализации воды. По мере снижения уровня воды и повышения минерализации изменяется качественный и количественный состав донного сообщества за счет снижения численности и биомассы брюхоногих моллюсков (Gastropoda). В фазу низкой водности на фоне низких показателей биомассы зообентоса доминируют личинки амфибиотных насекомых (Diptera).

Ключевые слова: макрозообентос, таксономическая структура, биотоп, уровень воды, бассейн озера Чаны, Западная Сибирь.

The study of the taxonomic composition and spatial distribution of macrozoobenthos in the different biotopes of Chany lake tributary showed that the taxonomic composition, structure and character of functioning of macrozoobenthos depend on fluctuations of water level and salinity. During reduction of the water level and increase of mineralization there are changing of qualitative and quantitative composition of the benthic community. In the phase of low water Gastropoda number and biomass are reduced and larvae amphibiotic insects (Diptera) begin to dominate in the community.

Keywords: zoobenthos, taxonomic structure, habitat, water level, the Chany lake, Western Siberia.

Задачи изучения гомеостаза биотического комплекса в меняющихся условиях среды, поиски путей сохранения биоразнообразия в существующих сообществах, а также прогнозирование изменений состояния экосистем и их последствий при интенсивном антропогенном воздействии приобретают особую актуальность. Решение этих проблем требует накопление, систематизацию и анализ информации о структурно-функциональных характеристиках биоценозов и характере взаимоотношений между живыми организмами и средой их обитания.

Одним из важнейших компонентов водных экосистем является сообщество донных беспозвоночных — макрозообентос. В водоемах этот комплекс играет существенную роль в структуре трофических цепей, в трансформации вещества и энергии и процессах самоочищения водоемов (Одум, 1996; Балушкина, 1989).

Озеро Чаны — крупная озерная система Западно-Сибирской равнины, расположено на территории Барабинской лесостепи между 54°30' – 55°09' с.ш. и 76°48' – 78°12' в.д. (Пульсирующее озеро Чаны, 1982). Характерная особенность климата региона — цикличное чередование сухих и влажных периодов. По результатам изучения чередования трансгрессивно-регрессивных циклов выделены 45, 27, 20–22 и 10–11-летние периоды колебаний уровня воды в Чановской системе озер, сопровождающиеся опреснением или повышением минерализации воды (Шнитников, 1950). Являясь бессточным, оз. Чаны привлекает внимание исследователей в качестве природного полигона для выявления закономерностей реагирования биотического комплекса на флуктуации гидрологического и гидрохимического режимов (Крайнов, 1982; Мисейко, 1982, 2002; Ядренкина, 1992а, б; Yadrenkina, 2000, 2004).

Системные данные по видовому составу и количественному развитию донных беспозвоночных оз. Чаны получены в 80-х гг. прошлого столетия (Мисейко, 1982, 1983, 1985; Пульсирующее озеро Чаны, 1982; Экология озера Чаны, 1986) и, в меньшей степени, в начале XXI в. (Мисейко, 2002; Безматерных, 2005). Несмотря на относительно хорошую изученность макрозообентоса озерной акватории, знание о структуре сообщества в эстуарной зоне и речной системе ограничены немногочисленными сведениями (Экология озера Чаны, 1986; Попова, Смирнова, 2010; Юрлова, Водяницкая, 2005).

Целью данной работы стала оценка межгодовой вариабельности пространственного распределения макрозообентоса на биотопически разнотипных участках нижнего течения р. Каргат.

Материалы и методы. Для выявления закономерностей многолетней динамики пространственной структуры макрозообентоса в июле 2008, 2010, 2011, 2013 гг. на контрольном участке нижнего течения р. Каргат площадным методом (Абакумов, 1983) отобраны образцы донного сообщества. Гидробиологические образцы отбирались биоценометром по трансекте, ориентированной в направлении от основного русла в сторону прибрежных гелофитов. Условная линия трансекты пересекала участки, различающиеся глубиной, степенью водообмена, характером зарастания макрофитами и гелофитами: I — участок открытой воды, II — заросли макрофитов, III — зона, прилегающая к зарослям гелофитов. В лабораторных условиях проведен анализ таксономического состава всех обнаруженных беспозвоночных по определителям (Цалолихин, 1994–2004; Чертопруд, 2010), оценка численности представителей крупных таксонов и биомассы.

Помимо сбора макрозообентоса отбирали пробы воды. В лабораторных условиях [с использованием прибора «Анион-7051»] в 2010, 2011 и 2013 гг. измеряли общую минерализацию воды pH и содержание растворенного кислорода. В комплексе макрозообентоса доминантами обозначены группы организмов (принадлежащих к одному таксону), доля которых превышает 30% общей биомассы сообщества; субдоминанты составляют 10–30%, малочисленные группы — 5–10%; < 5% составляют группы редко встречающихся водных беспозвоночных. Для сравнения таксономического состава сообществ из разных биотопов проведен кластерный анализ состава выборок по коэффициенту сходства Жаккара (Jaccard, 1901) с использованием программы “PAST” для ПК.

Основные результаты и обсуждение. В годы, характеризующиеся среднемноголетним уровнем воды (2008 и 2013), отмечено увеличение показателей биомассы макрозообентоса в направлении от участков основного русла к прибрежным гелофитам (рис. 1). На участках, прилежащих к гелофитам (биотоп III), зарегистрирована максимальная биомасса (23 г/м² в 2008 г. и 59 г/м² в 2013 г.); в зарослях макрофитов (биотоп II) показатели биомассы гидробионтов составили 4 г/м² и 15 г/м² соответственно; на участках открытой воды (биотоп I) общая биомасса составила в 2008 г. 2 г/м² и в 2013 — 6 г/м².

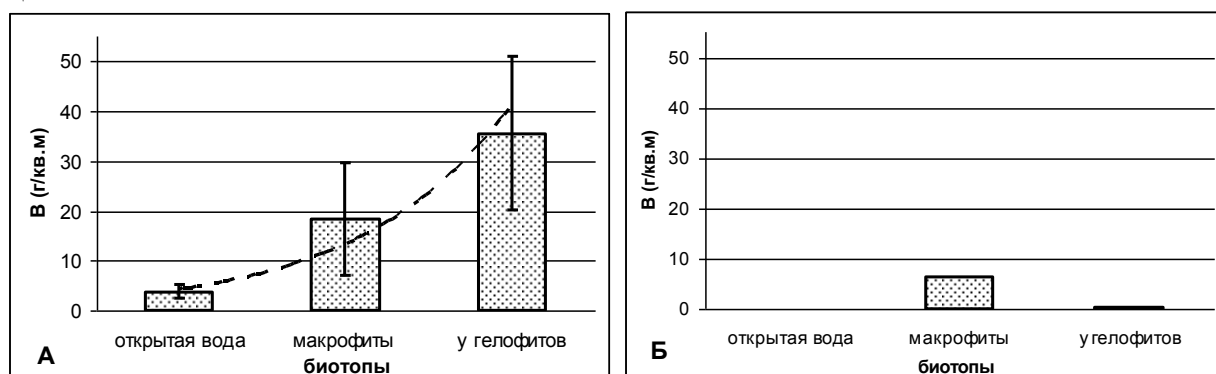


Рис. 1. Средние значения биомассы макрозообентоса на биотопически разнотипных участках: А — в 2008, 2010, 2013 гг.; Б — в 2011 г.

В 2010 г. уровень воды также соответствовал среднемноголетним показателям, но по причине холодной зимы 2009–2010 гг. все мелководья промерзли до дна. Это обусловило снижение биомассы макрозообентоса в зоне, прилегающей к прибрежным зарослям гелофитов (биотоп III). Общие значения биомассы по биотопам составили 3.6 (биотоп I), 35.0 (II) и 24.5 г/м²(III).

В фазу низкой водности (2011 г.) наибольшее развитие макрозообентоса зарегистрировано в зарослях макрофитов (6.0 г/м²), на участках открытой воды показатели биомассы варьировали в пределах 0.1–3.6 г/м², в зоне, прилегающей к гелофитам, составили 0.4–24.5 г/м². В условиях обмеления и повышения общей минерализации воды отмечена смена таксономического состава доминирующих групп макрозообентоса (по сравнению с 2008, 2010, 2013 гг. (рис. 2): при минерализации меньше 1 г/л группу доминантов составили брюхоногие моллюски — более 60% общей биомассы макрозообентоса (доля представителей остальных таксономических групп не превышала 20%); при повышении минерализации доминировали насекомые (59% общей биомассы), в роли субдоминантов отмечены пиявки (21%), а доля брюхоногих моллюсков и ракообразных не превышала 10%. Эти данные не противоречат результатам ранее проведенных исследований на озерной акватории (Безматерных, 2005; Экология озера Чаны, 1986; Мисейко, Селезнева, 2002).

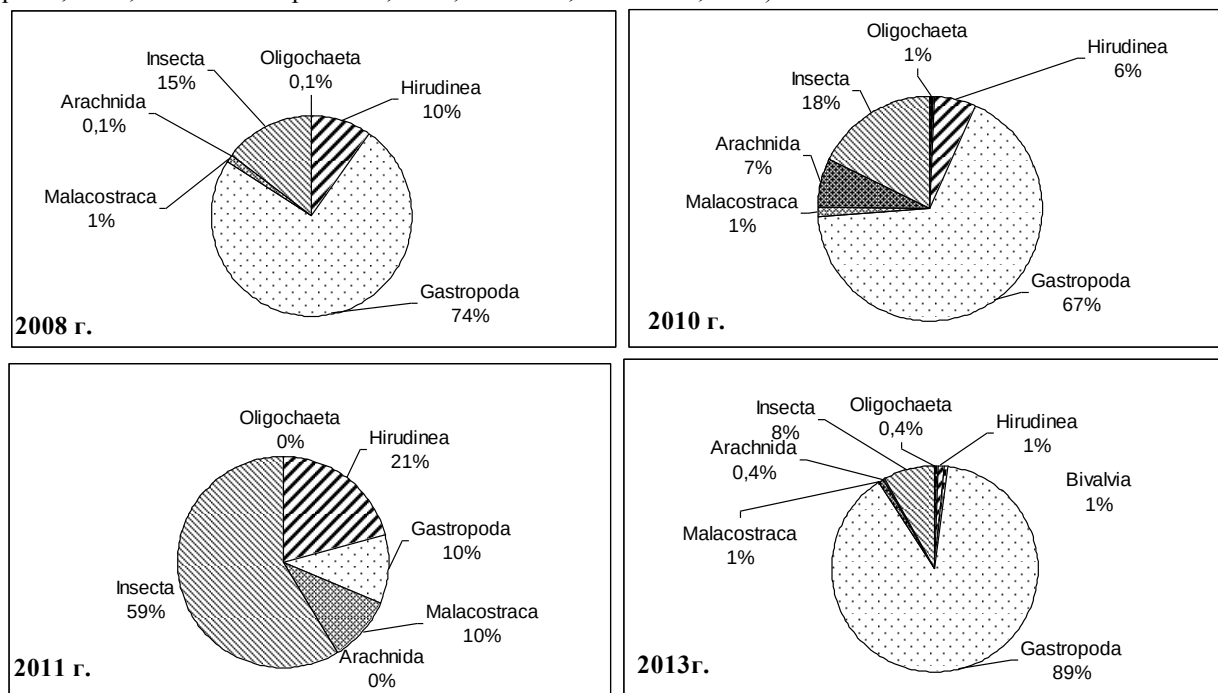


Рис. 2. Межгодовая динамика таксономической структуры макрозообентоса (по биомассе) в 2008, 2010, 2011, 2013 гг.

Данные о количественном развитии и пространственном распределении макрозообентоса в нижнем течении р. Каргат оказались наиболее схожи в 2008 и 2013 гг. (характеризующихся среднемноголетним уровнем воды и близкими значениями показателей общей минерализации воды). Пространственное распределение донных беспозвоночных в 2010 г. отличалось абсолютными значениями общей биомассы от 2008 и 2013 гг., но

структура сообщества не изменялась. Маловодный 2011 г. отличался от среднеегодовых лет показателями качественного и количественного состава макрозообентоса как показателями таксономической структуры сообщества, так и особенностями распределения беспозвоночных по трем типам биотопов. Ниже приведенная дендрограмма отражает результаты кластерного анализа сходства таксономического богатства донных сообществ в разные годы водности [по коэффициенту Жаккара] (рис. 3).

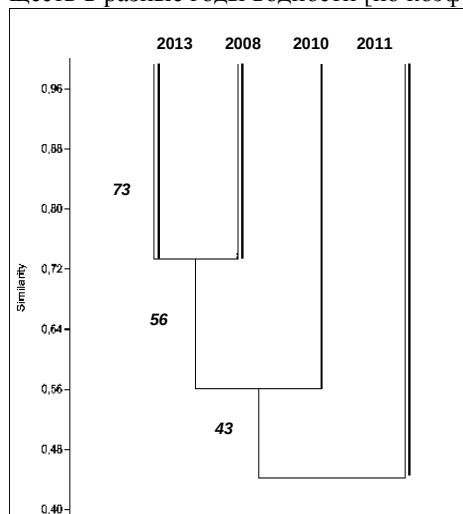


Рис. 3. Результаты кластерного анализа межгодового сходства таксономического состава макрозообентоса в нижнем течении р. Картат.

Анализ полученных данных, свидетельствует, что таксономический состав, структура и характер функционирования макрозообентоса находятся в тесной связи с колебаниями уровня и минерализации воды:

1. В годы со среднеегодовым уровнем воды наблюдается постепенный рост показателей биомассы макрозообентоса по трансекте «открытая вода – заросли макрофитов – зона, прилегающая к зарослям гелофитов», а в период понижения уровня воды максимальное развитие макрозообентоса имеет место в зарослях макрофитов, а на участках открытой воды и зоне, прилегающей к гелофитам, показатели биомассы соизмеримы;

2. При повышении минерализации воды существенно снижается общая биомасса макрозообентоса. Также период регрессии (при минерализации $> 1\text{‰}$) отмечена смена таксономического состава доминирующих групп макрозообентоса (на фоне резкого снижения биомассы брюхоногих моллюсков группу доминантов составляют личинки амфибионтных насекомых).

Список литературы

- Абакумов В.А. Гидробиологический анализ поверхностных вод и донных отложений // Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 240 с.
- Балушкина Е.В. Функциональное значение хирономид в континентальных водоемах. Л.: Наука, 1989. 152 с.
- Безматерных Д.М. Состав, структура и количественная характеристика зообентоса озера Чаны в 2001 году // Сибирский экологический журнал. 2005. № 2. С. 249–254.
- Крайнов В.М. Колебания численности язя оз. Чаны в связи с циклическими изменениями уровня воды // Природные циклы Барабы и их хозяйственное значение. Новосибирск: Наука, 1982. С. 105–111.
- Мисейко Г.Н. Видовой состав и динамика зообентоса оз. Чаны // Гидробиологический журнал. 1982. Т. 2, вып. 5. С. 72–76.
- Мисейко Г.Н., Селезнева М.В. Гидробиологический мониторинг озера Чаны (Западная Сибирь) // Особо охраняемые природные территории Алтайского края и сопредельных территорий, тактика сохранения видового разнообразия и генофонда: Мат. 5-й регион. науч.- практ. конф. Барнаул: АлтГУ, 2002. С. 126–131.
- Мисейко Г.Н. Сезонная динамика развития и продуктивность зообентоса озера Чаны // Биологические науки. 1983. № 12. С. 59–63.
- Мисейко Г.Н. Сезонная динамика развития и продукция *Chironomus plumosus* в озере Чаны // Биологические науки. 1985. № 11. С. 74–78.
- Одум Ю. Экология: В 2-х т: Пер. с англ. М.: Мир, 1986. Т. 1. 328 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий: в 6 т. / под ред. Цалолыхина С.Я. СПб: Изд-во Зоологического института РАН 1994–2004. Т.6. (<http://www.kodges.ru/nauka/159552-opredelitel-presnovodnyh-bespozvonochnyh-rossii-i.html>)
- Попова О.Н., Смирнова Ю.А. Население водных насекомых лесостепных озер Барабы (юг Западной Сибири) // Сибирский экологический журнал. 2010. № 1. С. 69–74.
- Пульсирующее озеро Чаны / ред. Н.П. Смирнова, В.А. Шнитников. Л.: Наука, 1982. 304 с.
- Чертопруд М.В., Чертопруд Е.С. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра европейской России. 3-е издание. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2010. 179 с.
- Шнитников А.В. Внутривековые колебания уровня степных озёр Западной Сибири и Северного Казахстана и их зависимость от климата // Тр. лаборатории озераведения АН СССР. 1950. Т. 1. 129 с.
- Экология озера Чаны / Отв. ред. Б.Г. Иогансен, Г.М. Кривошеков. Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 1986. 270 с.
- Юрлова Н.И., Водяницкая С.Н. Многолетние изменения видового состава и численности легочных моллюсков (Gastropoda, Pulmonata) в озере Чаны (юг Западной Сибири) // Сибирский экологический журнал. 2005. № 2. С. 255–266.
- Яценкина Е.Н. Распределение и внутрисезонные миграции рыб в ходе раннего онтогенеза по бассейну оз. Чаны (Западная Сибирь) // Сибирский биологический журнал. 1992а. Вып. 2. С. 55–63.

- Ядренкина Е.Н. Распределение икры весенне-нерестующих карповых (сем. Cyprinidae) по площади нерестилищ (бассейн оз. Чаны) // Сибирский биологический журнал. 1992б. Вып. 1. С. 73–77.
- Jaccard P. Distribution de la flore alpine dans le Bassin des Dranses et dans quelques regions voisines // Bull. Soc. Vaudoise sci. Natur. 1901. Vol. 37. P. 241–272.
- Yadrenkina E.N. On the Causes of the Space-Time Differentiation of the Spawning School of *Leuciscus idus* in the River System // Journal of Ichthyology. 2000. Vol. 40: 7. P. 514–522.
- Yadrenkina E.N. Survey of ecological and population research of fish community in the river and lake systems of Chany Lake in Western Siberia // Survey of biotic community and environment of the saline Lake Chany complex in Western Siberia based on NOAA images. Senday, 2004. P. 21–31.

УДК 597.554.3.574.3

ЭНДОПАРАЗИТЫ СЕГОЛЕТОК ПЛОТВЫ *Rutilus rutilus* — БИОЛОГИЧЕСКИЙ МАРКЕР ТЕРРИТОРИАЛЬНО УДАЛЕННЫХ ГРУППИРОВОК РЫБ В ОДНОЙ РЕКЕ

А. С. Маврин, А. Е. Жохов

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской Академии Наук,
152742 Борок, Ярославская область, Россия, E-mail: mavr_as@mail.ru; aezhokhov@yandex.ru

Установлено, что территориально удаленные группировки сеголеток плотвы в одной реке имеют различия по видовому составу эндопаразитов. Предлагается использовать эндопаразитов молоди рыб как биологический маркер их места заражения. Такой подход позволит изучить миграционное поведение плотвы в естественной среде обитания и проверить гипотезу о возможном существовании некоторой репродуктивной изоляции рыб обитающих в верхних и устьевых участках одной реки.

Ключевые слова: макропаразиты, биологический маркер, сеголетки плотвы, экстенсивность и интенсивность заражения, гетерогенность среды, экологическая дифференцировка.

Differences in parasite fauna of geographically dispersed groups of roach underyearling in the small river were established. It is proposed to use endoparasites of the juvenile fish as a biological marker of the site of infection. This will allow to study the migratory behavior of roach in their natural habitat and to test the hypothesis of the possible existence of a reproductive isolation of fish inhabiting the upstream and in the backwater zone of reservoir.

Keywords: macroparasites, biological marker, yearlings roach, incidence and intensity of infection, the heterogeneity of the environment, ecological differentiation.

Экологические условия в верхних и нижних участках рек (зона подпора водохранилищем) различаются по термическому режиму, растворенному в воде кислороду, скорости течения и минерализации воды (Крицкий и др., 1947; Буторин и др., 1982; Безлер, Трифонова, 1960; Безлер, 1963; Бикбулатов и др., 2001; Литвинов, Законнова, 2007; Цельмович, Отюкова, 2007; Цветкова и др., 2008; Крылов и др., 2010), соотношению ионов (Воронков, 1951). Речной комплекс факторов и водохранилищный (зона подпора устья реки) по-разному влияют на биологию хозяев паразитов и раннее развитие рыб. В начале жизни личинки рыб имеют неразвитую иммунную систему (Zapata et al., 2006) и защитное поведение (Fuiman, Magurran, 1994), поэтому они больше подвержены риску заражения паразитами в процессе их развития и роста. В результате воздействия комплекса факторов, характерного для конкретного места обитания, у молоди рыб формируются специфические биохимические, морфофизиологические и поведенческие адаптации. Эти различия проявляются в конце первого сезона их роста. К этому времени сеголетки плотвы адаптированы к условиям обитания и обладают разнообразными средствами защиты от паразитов и, в том числе, врожденным и приобретенным иммунитетом (Janeway et al., 1999; Magnadottir et al., 2005; Zapata et al., 2006). Развитие, рост личинок рыб и заражение эндопаразитами происходит в тех местах, где присутствуют их хозяева. Проникнув во внутренние органы рыб, личинки эндопаразитов могут жить там по несколько лет, например, метацеркарии рода *Diplostomum* живут в рыбе 5–6 лет (Шигин, 1986). Этот период превышает возраст созревания самок и самцов плотвы, поэтому эндопаразиты рыб могут быть биологическим маркером их места заражения (БММЗ), и использованы для мониторинга покатной и нерестовых миграций плотвы в малых реках в первый и, вероятно, в последующие годы их жизни.

Изучение миграций рыб важно для понимания процесса экологической внутрипопуляционной дифференцировки, в результате которой в популяции могут образовываться группировки с различными жизненными стратегиями. Одни адаптированы к постоянной жизни в речных условиях и совершают небольшие перемещения в реке, другие вынуждены мигрировать на значительные расстояния с целью поиска наиболее благоприятных условий для роста и достижения репродуктивного возраста. Покатные миграции молоди рыб из верховьев рек в их устьевые участки, и механизмы этого явления изучены мало (Павлов и др., 2007). Причины нерестовых миграций рыб в верховья малых рек также остаются до конца неизученными (Михеев и др., 2013). Для того чтобы использовать эндопаразитов как БММЗ в первую очередь необходимо оценить зараженность сеголеток плотвы на разных биотопах одной реки и установить различия в видовом составе эндопаразитов.

Цель исследования — сравнительный анализ таксономического состава эндопаразитов двух группировок плотвы (0+), обитающих в среднем течении р. Ильдь и зоне ее подпора Рыбинским водохранилищем в осенний период.

Материал и методы. Сеголеток плотвы ловили в р. Ильдь, притоке Рыбинского водохранилища. Протяженность реки 46 км (Рохмистров, 1989). Река имеет хорошо выраженную зону подпора водохранилища. Исследовали сеголеток плотвы из зоны среднего течения р. Ильдь (23.6 км от устья у д. Малое Дьяконово) (ст. 1,

GPS 57°58.943' с.ш., 38°05.302' в.д.) и из устьевое участка, расположенного в зоне подпора водохранилища (ст. 2, GPS 58°01.002' с.ш., 38°14.385' в.д.). Мальков ловили сачком и подъёмником с ячеей до 10 мм. В обоих участках исследовано 30 рыб (по 15 рыб на каждом). Мальки пойманы 2 и 4 октября 2011 г.

Результаты. Молодь рыб из зоны подпора была значительно крупнее молоди из среднего течения. Средняя длина тела мальков из устьевое участка была 61.6 ± 1.1 мм (54–69 мм), из зоны среднего течения — 26.4 ± 1 мм (21–33 мм) (среднее $\pm$ ошибка средней). Заметных различий в наполненности пищеварительных трактов обнаружено не было — у всех исследованных особей они были практически полными. Число обнаруженных таксонов паразитов и показатели зараженности ими у сеголеток из зоны подпора выше, чем у сеголеток из среднего течения (см. таблицу). В зоне подпора найдены паразиты 7 видов, относящиеся к трем классам (Monogenea, Trematoda, Copepoda), в среднем течении — 4 вида из класса Trematoda. Общая зараженность мальков всеми видами макропаразитов, которую можно рассматривать как паразитарную нагрузку, в зоне подпора выше (Э.И. = 100%, И.О. = 6.67 экз., И.И. = 2–9 экз.), чем в среднем течении (Э.И. = 60%, И.О. = 2.8 экз., И.И. = 1–10 экз.). В обоих исследованных участках у мальков преобладают личиночные стадии трематод, что в целом свойственно для молоди рыб, но в зоне подпора видовой состав этих личинок разнообразнее, а показатели зараженности значительно выше, чем в среднем течении.

Таблица. Паразиты молоди плотвы на двух участках р. Ильдь (Э.И. — экстенсивность инвазии; И.О. — индекс обилия; И.И. — интенсивность инвазии, экз.)

Вид паразита	Среднее течение			Зона подпора		
	Э.И., %	И.О., экз.	И.И., пределы	Э.И., %	И.О., экз.	И.И., пределы
<i>Diplostomum spathaceum</i> metc.	33.3	0.4	1-2	86.7	2.53	1-9
<i>Diplostomum</i> sp. metc.	13.3	0.13	1	40	0.6	1-2
<i>Rhipidocotyle campanula</i> metc.	6.7	0.07	1	13.3	0.13	1
<i>Tylodelphys clavata</i> metc.	—	—	—	40	1.13	1-6
<i>Paracoenogonimus ovatus</i> metc.	—	—	—	53	1.7	1-9
<i>Sphaerostomum</i> sp.	53.3	2.2	1-8	—	—	—
<i>Paradiplozoon</i> sp.	—	—	—	13.3	0.2	1-2
<i>Ergasilus sieboldi</i>	—	—	—	20	0.2	1-3

Обсуждение. Высокая зараженность сеголеток плотвы в зоне подпора обусловлена возрастом обилия и разнообразия макрозообентоса, рыб (Крылов и др., 2007) и паразитов рыб (Ройтман, 1963) от верхних участков реки к устью. Типично речные места обитания молоди рыб характеризуются низким биологическим разнообразием водных организмов и отсутствием промежуточных хозяев некоторых макропаразитов. Каждый участок в верхнем и среднем течении р. Ильдь характеризуются «биотопической мозаичностью» (Михеев и др., 2013), имеет свои биотопические особенности и определенный состав гидробионтов. Для экосистем малых рек свойственно разнообразие условий обитания (Богатов, 1995; Крылов, 2005; Крылов и др., 2007; Townsend, 1989).

В реке много родников, особенно в плесах, поэтому вода в таких местах имеет более низкую температуру, малое содержание растворенного кислорода, так же иной химический состав воды. Кроме того, плесы чередуются мелкими перекатами с быстрым течением. Такие биотопические барьеры и могут служить препятствием для миграции личинок рыб и других водных организмов в летний период. В результате личинки рыб развиваются и растут на определенном участке реки с характерными условиями обитания и определенным набором организмов. Можно сказать, что совокупность абиотических и биотических факторов на конкретном участке реки влияет на формирование небольших, условно разобщенных биотопов. На таких участках реки можно наблюдать большие стаи личинок рыб. Здесь и происходит заражение рыб паразитами, характерными для данного участка реки. Условия обитания рыб на подобных верхних участках реки могут быть в какой-то мере сходными с таковыми в зоне подпора водохранилища, однако, формирование «верхних экосистем» определяется большой изменчивостью абиотических факторов. Это может приводить к быстрым трофическим перестройкам в биоте «верхних» условно обособленных участков малых рек.

На появление новых паразитов рыб, не характерных для конкретного участка реки, могут влиять половозрелые рыбы во время нерестовой миграции, а также птицы — дефинитивные хозяева паразитов. Более низкая зараженность рыб в среднем течении реки может быть обусловлена уменьшением здесь разнообразия окончательных и промежуточных хозяев паразитов. Действительно, в среднем течении могут быть редки или полностью отсутствовать крупные виды моллюсков, например, унииониды (промежуточный хозяин *Rhipidocotyle campanula*), живородки *Viviparus*, *Contectiana* (промежуточный хозяин *Paracoenogonimus ovatus*). Причины этого могут быть самые разные, в том числе связанные со снижением минерализации воды в период половодья. Показано, что жизнь гидробионтов определяется минимальными концентрациями растворенных в воде катионов (Мартемьянов, Маврин, 2010, 2012а, б, в, 2013). Если содержание этих ионов в воде на длительный период становится ниже пороговых, транспортные ионные системы не могут обеспечить поступление жизненно необходимых катионов в организм. В этом случае животные и растения погибают. Это подтверждается находками пустых раковин двусторчатых моллюсков в среднем течении р. Ильдь. В результате этого, на отдельно взятом биотопе, могут появляться и исчезать промежуточные и окончательные хозяева эндопаразитов.

Таким образом, предварительное исследование показало, что две внутривидовые территориально удаленные группировки сеголеток плотвы имеют различия по видовому составу эндопаразитов. В зоне подпора в тканях рыб обнаружено четыре вида паразитов (*Tylodelphys clavata* metc., *Paracoenogonimus ovatus* metc.,

Paradiplozoon sp., *Ergasilus sieboldi*), которые не найдены у рыб в среднем течении р. Ильдь. Наблюдения за присутствием личинок эндопаразитов в сеголетках плотвы, характерных для их места обитания в первый год жизни, могут быть использованы в последующий год как БММЗ. Этот подход позволит проверить гипотезу о возможном существовании некоторой репродуктивной изоляции рыб, нерестящихся в речных условиях верхних и средних участков реки, а также в зоне подпора этой реки водохранилищем. Для изучения покатной миграции молоди рыб из верхних и средних участков р. Ильдь в зону подпора с использованием БММЗ необходимо проведение дальнейших более детальных исследований.

Список литературы

- Безлер Ф.И., Трифонова Н.А. Материалы по распределению кислорода в Рыбинском водохранилище в зимний период // Бюлл. ИБВ. 1960. № 8–9. С. 72–78.
- Безлер Ф.И. Сезонные изменения химического состава вод Рыбинского водохранилища // Тр. ИБВ. 1963. № 5(8). С. 329–350.
- Бикбулатов Э.С., Бикбулатова Е.М., Степанова И.Э. Гидрохимический режим малых рек бассейна оз. Неро // Малые реки: Современное экологическое состояние, актуальные проблемы: Тез. докл. Междунар. научн. конф. Россия, Тольятти, 23–27 апреля 2001 г. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2001. С. 28.
- Богатов В.В. Комбинированная концепция функционирования речных экосистем // Вестник ДВО РАН. 1995. № 3. С. 51–56.
- Буторин Н.В., Курдина Т.Н., Бакастов С.С. Температура воды и грунтов Рыбинского водохранилища. Л.: Наука, 1982. 224 с.
- Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 121 с.
- Крицкий С.Н., Менкель М.Ф., Россинский К.И. Зимний термический режим водохранилищ, рек и каналов. Элементы теории и инженерного расчета. М.-Л.: Госэнергоиздат, 1947. 155 с.
- Крылов А.В. Зоопланктон равнинных малых рек. М.: Наука, 2005. 263 с.
- Крылов А.В., Папченко В.Г., Цельмович О.Л., Косолапова Н.Г., Щербина Г.Х., Скальская И.А., Дгебуадзе Ю.Ю. Развитие основных элементов биоты на разнотипных биотопах реки и ее распределение по продольному профилю // Экосистема малой реки в изменяющихся условиях среды (ред. А.В. Крылов, А.А. Бобров). М.: Изд-во КМК, 2007. С. 329–345.
- Крылов А.В., Цветков А.И., Малин М.И., Романенко А.В., Поддубный С.А., Отюкова Н.Г. Сообщества гидробионтов и физико-химические параметры устьевой области притока равнинного водохранилища // Биология внутренних вод. 2010. № 1. С. 65–75.
- Литвинов А.С., Законнова А.В. Гидрологическая характеристика реки. // Экосистема малой реки в изменяющихся условиях среды. Под ред. Крылова А.В., Боброва А.А. М.: Т-во науч. изданий КМК, 2007. С. 34–40.
- Мартемьянов В.И., Маврин А.С. Пороговые концентрации катионов в воде необходимые для поддержания ионного баланса между организмом гидробионтов и внешней средой // Мат. III Междунар. конф. с элементами школы для молодых ученых, аспирантов и студентов 22–26 июня 2010 г. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2010. С. 112–113.
- Мартемьянов В.И., Маврин А.С. Пороговые концентрации катионов во внешней среде, определяющие границы выживания нитчатой водоросли *Spirogyra* sp. в пресных водоемах // Сибирский экологический журнал. 2012а. № 3. С. 345–350.
- Мартемьянов В.И., Маврин А.С. Пороговые концентрации катионов во внешней среде определяющие границы выживания ротана в пресных водоемах // Мат. докл. Всерос. конф. «Бассейн Волги в XXI-м веке: Структура и функционирование экосистем водохранилищ». Борок, 22–26 октября 2012 г. Ижевск: Издатель Пермиков С.А., 2012б. С. 176–179.
- Мартемьянов В.И., Маврин А.С. Пороговые концентрации катионов во внешней среде определяющие границы распространения речного рака *Astacus astacus* L. в пресных водоемах // Сибирский экологический журнал. 2013. № 6. С. 877–884.
- Мухеев В.Н., Жохов А.Е., Сливко В.М. Может ли риск заражения паразитами служить причиной экологической дифференциации в популяции плотвы, *Rutilus rutilus* L.? // Вопросы ихтиологии. 2013. Т. 53. № 5. С. 1–7.
- Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 3. Паразитические многоклеточные (Вторая часть) (Ред. О.Н. Бауер). Л.: Наука, 1987. 583 с.
- Павлов Д.С., Лупандин А.И., Костин В.В. Механизмы покатной миграции молоди речных рыб. М.: Наука, 2007. 213 с.
- Ройтман В.А. Зоогеографическая характеристика гельминтофауны рыб реки Зеи // Helminthologia. 1963. Т. 4. С. 404–412.
- Рохмистров В.Л. Малые реки Ярославского Нечерноземья и пути их рационального использования. Ярославль, 1989. 34 с.
- Цветкова М.В., Цветков А.И., Отюкова Н.Г., Малин М.И., Поддубный С.А. Гидрологический режим русловых прудов малых рек (на примере р. Ильдь) // Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана. Лекции и материалы докладов Всерос. школы-конф. Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина. 18–21 ноября 2008 г. Издательство ООО «Ярославский печатный двор» 2008. С. 323–326.
- Цельмович О.Л., Отюкова Н.Г. Гидрохимическая характеристика реки // Экосистема малой реки в изменяющихся условиях среды. Под ред. Крылова А.В., Боброва А.А. М.: Т-во науч. изданий КМК, 2007. С. 41–57.
- Шигин А.А. Трематоды фауны СССР. Род *Diplostomum*. Метациркурии. М.: Наука, 1986. 253 с.
- Fuiman L.A., Magurran A.E. Development of predator defences in fishes. Rev. Fish Biol. Fish. 1994. 4. P. 145–183.
- Janeway C.A., Travers P., Walport M., Capra J.D. Immunobiology: the Immune System in Health and Disease. London: Current Biology Publications, 1999. 212 p.
- Magnadottir B., Lange S., Gudmundsdottir S., Bogwald J., Dalmo R.A. Ontogeny of humoral immune parameters in fish // Fish Shellfish Immunol. 2005. 19. P. 429–439.
- Martemyanov V.I., Mavrin A.S. Threshold Environmental Concentrations of Cations Defining the Range of Roach *Rutilus rutilus* L. in Freshwater Reservoirs // Inland Water Biology. 2012b. V. 5. № 1. P. 91–95.
- Townsend C.R. The patch dynamics concept of stream community ecology // J. N. Am. Benthol. Soc. 1989. V. 8. P. 36–50.
- Zapata A., Diez B., Cejalvo T., Frias C.G., Cortes A. Ontogeny of the immune system of fish // Fish and Shellfish Immunology. 2006. 20. P. 126–36.

СООБЩЕСТВА МАЛЫХ РЕК – ПРИТОКОВ СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ (СРЕДНЕДВИНСКИЙ ЛАНДШАТНЫЙ РАЙОН, АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)

М. А. Макарова, Е. О. Головина

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, С.-Петербург, ул. Проф. Попова, 2, medvedetz@gmail.com

В статье приведены данные экспедиционных исследований 2014 года пойменных экосистем малых рек Ныколки, Большой и Малой Кироксы, Сёржи, ручья Шипеловского, впадающих в Северную Двину в ее среднем течении. Выявлены сходные для всех изученных рек черты в растительном покрове; описаны типичные сообщества долин малых рек: остроосоковые, василистниковые, костровые, канареечниковые луга, еловые травяные леса.

The article contains the data of expedition research on the area of the middle stream of Severnaya Dvina river in 2014. The flood-plain ecosystem of shot river (Nykolka, Bolshaya and Malaya Kiroksa, Seyrga, Shipelovsky) were investigated. Similar features of the vegetation cover for all research rivers were exposed; typical plant communities of the river valleys were described: *Carex acuta*, *Thalictrum flavum*, *Bromopsis inermis*, *Phalaroides arundinacea* meadows, spruce herbaceous forests.

Целью наших исследований было изучение пойменных экосистем в Архангельской области в среднем течении р. Северная Двина в пределах Северодвинской низменности.

Пойменные ландшафты — молодые экосистемы, большинство исследователей их образование относят к голоцену. В плейстоцен-голоценовый период на территории европейского Севера на формирование долин рек повлияли неоднократные смены трансгрессивно-регрессивных фаз моря, ледника и его талых вод, сформировавших в пределах древних долин озерно-ледниковые подпрудные бассейны (Роднянская, 1993).

Исследования проводились в среднем течении р. Северная Двина на расстоянии 190–200 км к юго-востоку от г. Архангельск на ключевом участке площадью 175 км², для которого составлена обзорная карта ландшафтов в масштабе 1:100000 (Макарова, Зелепукина, 2013). В пределах изученной территории встречаются флювиогляциальные песчаные равнины, озерно-ледниковые глинистые равнины, ледниковые моренные суглинистые и супесчаные валунные всхолмленные равнины, торфяные болота. Особенностью территории являются выходы на дневную поверхность пермских гипсовых отложений, местами перекрытых четвертичными отложениями. Гипсовые породы сильно закарстованы. Высота над уровнем моря составляет 20–50 м. Отмечается значительная заболоченность водораздельных участков на обоих берегах Двины.

В настоящей статье нами приводятся данные об экспедиционных исследованиях лета 2014 г. в поймах малых рек, впадающих в Северную Двину: Ныколка, Большая Кирокса, Малая Кирокса, Сёржа, руч. Шипеловский (рис. 1).

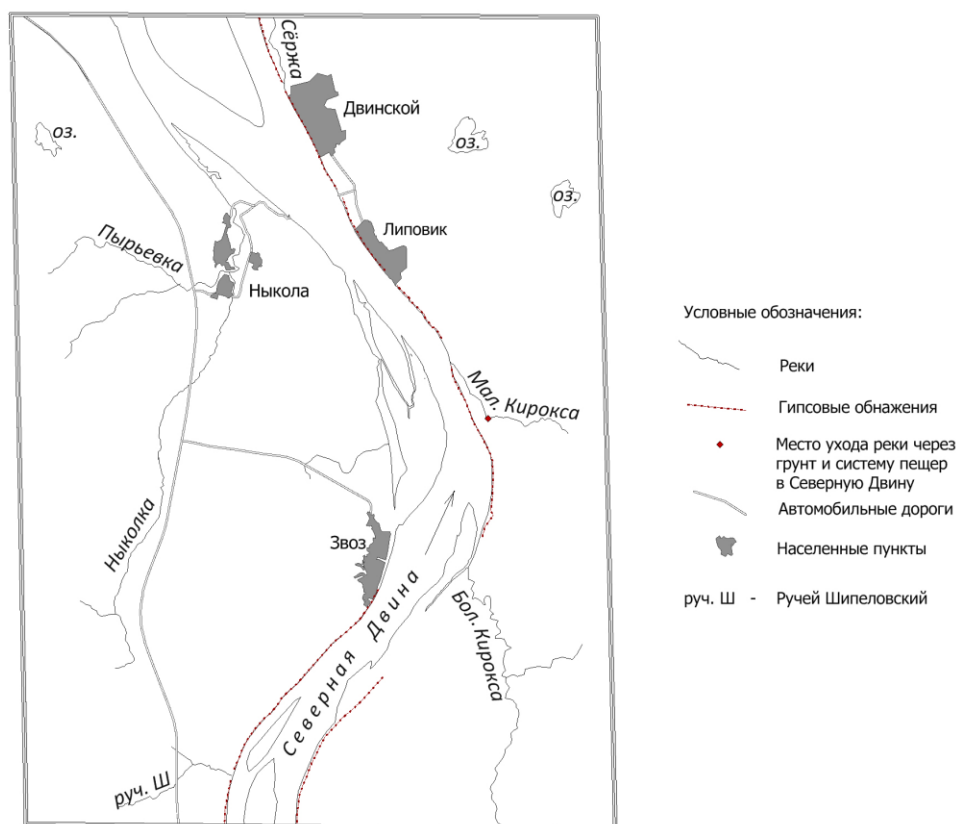


Рис. 1. Исследованная территория.

В прошлом их пойменные луга регулярно выкашивались, в настоящее время луга не косят в связи с тем, что в деревнях практически перестали держать скот. Несмотря на то, что все перечисленные реки протекают в разных ландшафтных условиях, сукцессионные изменения их пойменной растительности, вызванные прекраще-

нием сенокосения и в целом резким снижением антропогенного воздействия, сходны и выражаются в: 1) ухудшении качества травостоя; 2) зарастании кустарниками и мелколесьем; 3) увеличении заболоченности.

В травостое лугов, которые до недавнего времени выкашивали, в настоящее время увеличивается роль сорных видов, мезофильные растения уступают свое господствующее положение гигромезофитам. Разнотравно-злаковые сообщества сменяются сорнотравно-гераниево-таволговыми. В число доминантов, помимо таволги (*Filipendula ulmaria*²) и герани (*Geranium pratense*), входят бодяк полевой (*Cirsium arvense*), борщевик (*Heracleum sibiricum*), крапива (*Urtica dioica*), щучка (*Deschampsia caespitosa*). На бровке склонов долин часто встречаются заросли шиповника (*Rosa majalis*).

На месте лугов, которые перестали косить 10–20 лет и ранее, в настоящее время сформировались кустарниковые заросли ив (*Salix pentandra*, *S. phylicifolia*, *S. viminalis*) или сероольховые высокотравные (*Athyrium filix-femina*, *Filipendula ulmaria*, *Urtica dioica*, *Rubus idaeus*) леса.

Увеличение заболачивания сообществ малых рек на ключевом участке происходит из-за подтопления территории, которое вызвано деятельностью бобров — сооружением плотин и завалов на реках. На исследованных реках неоднократно отмечены поселения бобров и частые погрызы стволов лиственных деревьев, преимущественно осин. Растительный покров в местах бобровых поселений сильно преобразован. Поднятие уровня воды в реке приводит к гибели леса, растущего вдоль русла рек. На месте еловых крупнотравных лесов по затопленным участкам отмечены крупнотравные или вейниковые луга с усохшим еловым древостоем.

Наиболее детально были исследованы малые реки левобережья Северной Двины. Это р. Ныколка с притоком Пырьевкой и ручей Шипеловский.

Река Ныколка с притоком Пырьевкой протекает по левобережью Северной Двины. Протяженность Ныколки около 15 км, глубина — 0,2–0,5 м, местами глубже 1 м. Ныколка берет свое начало из болота Сосновская Чарокса, Пырьевка — из болота Шулеское. Место слияния этих рек находится в районе дер. Ныкола, состоящей из нескольких малых деревень (Бызовы, Погост, Россохи, Заборье, Низ).

Вытекая из болота, р. Ныколка протекает по плоской озерно-ледниковой равнине, сложенной глинами и часто заболоченной. Долина реки здесь не выражена, русло тянется между низинными болотами или заболоченными лугами. Здесь отмечаются таволгово-вейниковые (*Calamagrostis canescens*, *Filipendula ulmaria*) луга, сабельниково-вахтово-осоковые (*Carex vesicaria*, *Menyanthes trifoliata*, *Comarum palustre*) болота с группами ив (*Salix phylicifolia*, *S. myrsinifolia*, *S. cinerea*), топянохвощево-осоковые (*Carex vesicaria*, *C. elongata*, *C. acuta*, *Equisetum fluviatile*) болота чередующиеся с заболоченными ельниками крупнотравно-таволговыми (*Filipendula denudata*, *Athyrium filix-femina*, *Aconitum septentrionale*, *Geranium sylvaticum*).

Ниже по течению р. Ныколка протекает по флювиогляциальной равнине, сложенной песками и супесями. Растительный покров склонов долины реки в данном ландшафте представлен сосново-еловыми кисличными, мелкотравно-зеленомошными лесами, в которых местами встречаются старовозрастные ели с диаметром стволов от 50–60 см до 90 см. Ниже на террасе растут ельники крупнотравные и таволговые.

Участки вдоль русла р. Ныколки близ деревень Бызовы, Погост и Россохи в прошлом были сенокосами и пастбищами для крупного и мелкого скота (коров, лошадей, коз, овец). Еще в начале 1980-х годов скот был достаточно распространен (к примеру, в деревне Бызовы в 7 из 20 домов были овцы, в 1 доме была корова, в 2 — козы). В связи с этим долина реки Ныколки ежегодно выкашивалась и вытаптывалась скотом. Вдоль русла реки ранее изредка встречались отдельные деревья ольхи серой и ивы пятитычинковой. В настоящее время вся долина Ныколки близ деревень занята сероольховыми и ивовыми (*Salix pentandra*, *S. viminalis*, *S. phylicifolia*) таволговыми, крапивными и папоротниково-крупнотравными сообществами, часто с густыми зарослями черемухи и шиповника. По результатам бурения деревьев был определен максимальный возраст ольхи серой (70 лет) и ивы (60–70 лет). Средний возраст древостоев серой ольхи составляет 30–40 лет. Долина реки стала малопривлекательна для местного населения, в связи с чем увеличилось число бобровых поселений. По берегам Ныколки участки с ивами и разнотравно-таволговыми лугами активно поедаются бобрами. В одном месте на бывших угодьях у р. Ныколки было описано злаково-разнотравно-снытевое сообщество с множеством бобровых троп и погрызов сныти.

Перед падением в Северную Двину Ныколка течет по границе между флювиогляциальной равниной и поймой Северной Двины. Река на этом отрезке имеет V-образную долину. Растительный покров ее склонов представлен экологическим рядом сообществ. У уреза воды растут остроосоковые (*Carex acuta*) сообщества, выше — канареечниковые и василистниково-канареечниковые (*Phalaroides arundinacea*, *Thalictrum flavum*) луга, переходящие в разнотравно-таволговые (*Filipendula ulmaria*, *Vicia cracca*, *Galium boreale*, *Sanguisorba officinalis*, *Geranium pratense*) луга с шиповниковыми (*Rosa majalis*) зарослями. На террасе р. Ныколки также встречаются небольшие участки ивняков (*Salix dasyclados*, *S. viminalis*) канареечниковых и кострцовых (*Bromopsis inermis*). Ивы, как кустовидной формы, так и древовидной, отдельные экземпляры представляют собой довольно крупные деревья возрастом свыше 70 лет.

Река Пырьевка (приток Ныколки), протекая по плоской озерно-ледниковой равнине, сложенной глинами и песками, не имеет хорошо выраженных террас. Растительный покров ее долины заболочен, представлен ельниками таволговыми, чернично-сфагновыми, березово-еловыми травяно-сфагновыми лесами, низинными березовыми топянохвощево-вахтово-сфагновыми болотами. Вдоль русла реки отмечаются осоково-вейниковые (*Calamagrostis canescens*, *Carex vesicaria*) луга.

² Латинские названия растений приведены в соответствии со сводкой С. К. Черепанова (1995).

Ниже по течению Пыревка течет по ледниковой всхолмленной равнине, сложенной валунными суглинками, где ее долина местами ограничена крутыми (30–40°) склонами. На склонах растут ельники кустарничково-, костянично- или папоротничково-зеленомошные. Вдоль русла реки на невысокой террасе (0.7–1 м высотой) наиболее часто встречаются ельники травяно-папоротничковые (*Gymnocarpium dryopteris*, *Dryopteris carthusiana*, *Equisetum sylvaticum*, *Oxalis acetosella*, *Atragene sibiricum*, *Cortusa matthioli*), хвощево-крупнотравные (*Aconitum septentrionale*, *Atragene sibirica*, *Athyrium filix-femina*, *Veratrum lobelianum*).

Ручей Шипеловский протяженностью 2 км, течет на левом берегу Северной Двины, берет начало в болоте Мокрое. Ручей протекает по плоской озерно-ледниковой глинистой заболоченной равнине, затем прорезает моренные суглинисто-супесчаные отложения. Растительный покров ручья сходен с растительностью р. Пыр-евки. На террасах встречаются ельники крупнотравно-папоротничковые (*Matteuccia struthiopteris*, *Dryopteris carthusiana*, *Cirsium oleraceum*, *Aegopodium podagraria*, *Filipendula denudata*, *Aconitum septentrionale*, *Equisetum sylvaticum*, *Veratrum lobelianum*, *Cortusa matthioli*) и таволговые (*Filipendula denudata*, *Aconitum septentrionale*, *Equisetum sylvaticum*). По склонам к террасе растут еловые и елово-березовые костянично-травяные леса. В пойме наиболее обычны вейниково-таволговые луга с ивой филиколистной и разнотравно-канареечниково-вейниковые луга.

Реки Большая Кирокса, Малая Кирокса и Сёржа протекают по правобережью Северной Двины в зоне простирания пермских гипсов, местами перекрытых четвертичными отложениями: моренными (ледниковыми) суглинками, водно-ледниковыми песками и супесями. Растительность рек правобережья Северной Двины была изучена менее детально.

Устье р. Бол. Кирокса в настоящее время практически замывто аллювиальными песками, переносимыми в половодье Северной Двиной. В приустьевой части река имеет хорошо выраженную V-образную долину (высота террасы — 5–7 м, склоны 20–25°). Растительность склонов и террасы представляет ряд сообществ, сменяющих друг друга: остроосокковые луга (от уреза воды до h 2 м), остроосокково-канареечниково-василистниковые луга (h — 2–4 м), разнотравно-таволгово-кострецовые луга (от 4 м и до бровки), заросли шиповника (на бровке). Терраса р. Бол. Кироксы в прошлом ежегодно выкашивалась, в настоящее время сенокосение прекращено, луга сменились на сорнотравно-канареечниковые. Выше по течению терраса занята разреженными осиново-березовыми травяно-кострецовыми лесами с шиповниковыми зарослями, склоны реки покрывают остроосокковые и василистниковые луга.

Река Сёржа была обследована в приустьевой части. Здесь долина реки имеет V-образную форму. Высота склонов 6–8 м. Правый берег представляет собой гипсовый склон, перекрытый валунными моренными отложениями, на которых растут лиственнично-березово-еловые костянично-травяные леса. Левый берег сложен супесчаными озерно-ледниковыми отложениями. Растительность склонов левого берега схожа, но в древостое нет лиственницы. В пойме отмечены канареечниковые, таволгово-кострецовые луга.

Исследуя устье Малой Кироксы, мы обнаружили отсутствие водотока, в настоящее время долина реки представляет собой карстовый лог, располагающийся между двух гипсовых склонов. Долина сложена глинистыми отложениями, на растрескавшихся глинах формируются пионерные группировки видов: *Salix viminalis*, *Agrostis stolonifera*, *Plantago intermedia*, *Equisetum arvense* и др.; в вогнутых участках, где застаивается вода, встречаются осотроосокковые, вербейниково-вейниковые (*Calamagrostis canescens*, *Lysimachia vulgaris*) луга. Склоны террасы заняты таволгово-кострецово-разнотравными (*Geranium pratense*, *Sanguisorba officinalis*, *Calamagrostis canescens*, *Galium boreale*, *Trifolium medium*) лугами.

В конце карстового лога (широкой части долины реки) было обнаружено место "исчезновения" реки и вокруг него отмечено много новых карстовых воронок. В весеннее половодье Малая Кирокса промывает гипсовый берег, отделяющий ее от Северной Двины. В настоящее время река уходит в грунт (рис. 2), а затем через систему карстовых пещер в Северную Двину (рис. 3).



Рис. 2. Малая Кирокса уходит в грунт.



Рис. 3. Карстовые пещеры, промытые Малой Кироксой.

Выше по течению сообщества долины реки представлены кострцовыми и разнотравно-канареечниковыми лугами, ивовыми кустарниками и зарослями *Matteuccia struthiopteris*. На склонах к реке встречаются еловые и березово-осиновые костянично-чернично-травяные леса.

Таким образом, были обследованы пойменные экосистемы четырех малых рек и ручья в районе Средне-двинья в зоне простираения пермских гипсов. Реки правобережья Северной Двины будут исследованы более детально в будущем году. В целом, исследование показало, что экосистемы малых рек Среднедвинья обладают высоким флористическим и фитоценотическим разнообразием.

Благодаря прекращению сельскохозяйственного использования пойм, в них активно идет процесс дему-тации растительности. Кроме того, из-за малой посещаемости местным населением рек, в них широко рассели-лись бобры, существенно преобразовывающие их ландшафты и растительный покров. Южная часть исследо-ванной территории включена в проектируемый ООПТ "Звонский", что позволит организовать детальный мони-торинг процессов, происходящих в поймах исследованных рек.

Исследования проводятся при финансовой поддержке РФФИ в рамках научно-исследовательского проекта РФФИ № 13-05-00837а.

Список литературы

- Макарова М.А., Зеленикина Е.С. Ландшафтные особенности Среднедвинья в зоне простираения пермских гипсов (Архангель-ская область) // Науч.-практ. конф. «Сохранение и изучение гео- и биоразнообразия на ООПТ Европейского Севера Рос-сии», посвящ. 40-лет. зап. «Пинежский», 2–5 сентября, 2014 г. п. Пинега. 2014.
- Роднянская Э.Е. Пойменные ландшафты зоны тайги. Учебное пособие. СПб. Изд. СПбГУ. 1993. 112 с.
- Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 991 с.

УДК 597:612.112:577.3

ОСОБЕННОСТИ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ХАРИУСА Р. УС ПРИРОДНОГО ПАРКА «ЕРГАКИ»

Г. В. Макарская^{1,2}, С. В. Тарских²

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук, 660036, Красноярск, Академгородок 50 стр.44 Россия, mgv@icm.krasn.ru

²Международный научный центр исследований экстремальных состояний организма при Президиуме Федерального госу-дарственного бюджетного учреждения науки Красноярский научный центр СО РАН, 660036, Красноярск, Академгородок 50, , tsv@akadem.ru

Представлены результаты исследования количественных и функциональных характеристик клеток периферической кро-ви хариуса — единственно доминанта ихтиоценоза малой горной реки Ус, имеющей начало в горном массиве природного парка Ергаки, протекающей в межгорной долине Западного Саяна и Куртушибинского хребта в направлении Саяно-Шушенского водохранилища. В настоящее время водоток рассматривается как фоновый с участками антропогенного напряжения, но с перспективой хозяйственного освоения.

Ключевые слова: рыбы, кровь, неспецифическая резистентность, активные формы кислорода, фагоцитоз, функциональ-ная активность, хемилюминесценция.

FEATURES OF NONSPECIFIC RESISTENCY OF *THYMALLUS ARCTICUS* OF THE US RIVER OF NATURAL PARK "ERGAKI"

G. V. Makarskaya, S. V. Tarsikh

The results of research of quantitative and functional characteristics of peripheral blood cells of *Thymallus arcticus*, which is unique a dominant of ichthyofauna of the small mountain Us river, are presented. This river is originated in a hills of the natural park Ergaki, is proceeding in an intermountain valley of Western Sayan and Kurtushibinsky ridge to a Sayano-Shushensky water basin. Now the water flow may be considered as background with sites of an anthropogenous pressure, but with prospect of influence of industrial use.

Keywords: fishes, blood, nonspecific resistance, reactive oxygen species, phagocytosis, functional activity, chemiluminescence.

В настоящее время поверхностные воды природного парка «Ергаки» в южной части Средней Сибири ис-пытывают значительную антропогенную нагрузку, вызванную развитием туризма (засорение бытовым мусо-ром, вытаптывание озерных террас и пойм ручьев, сокращение площадей растительных сообществ). Расшире-ние хозяйственной деятельности на территории парка, связанное со строительством железной дороги, горно-лыжной базы и др., без сомнения приведет к обострению уже существующих экологических проблем, в осо-бенности для небольших рек, в наибольшей степени чувствительных к любой деятельности на водосборе, т.к. они являются частью единого ландшафтного комплекса и особенно тесно связаны со всеми другими его компо-нентами (Андрианова и др., 2013). Уже сейчас по данным ГУ "Красноярский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с региональными функциями" вода в р. Ус характеризуется как «грязная»; превышение ПДК отмечается для тяжелых металлов (Cu, Zn, Mn) и нефтепродуктов (Ежегодник качества по-верхностных вод, 2012).

Река Ус берет начало в каровом оз. Черное в горном массиве «Ергаки» Западного Саяна, основное про-тяжение русла размещается в Усинской котловине между Западным Саяном и Куртушибинским хребтом по направлению к Саяно-Шушенскому водохранилищу, после большого паводка несколько раз за лето меняя

главное русло. В котловине Ус разбивается не несколько рукавов, омывает множество островов, плоских и низких, покрытых ельниками и осинником, березой и черемухой, ольхой и лиственницей. Ус принимает справа притоки Таловку и Мирскую, у села Верхнеусинское в Ус справа впадают реки Иджим и Макариха, ниже — Теплая (По реке Ус, 2013). Особенность реки на этом участке — ежегодно меняющиеся место мелкие перекаты, коряжник в русле, упавшие с берега подмытые деревья, которые иногда перегораживают все течение, своеобразные тупиковые протоки, разбивающиеся внизу на несколько рукавов между галечными косами. От Шангырына до заимки Шиштык, у которой Ус на короткое время распадается на острова, он течет по громадной параболе одним руслом со скоростью 7–7.5 км/час, пронося через площадь сечения в межень 150 м³ воды. Температура ее редко бывает выше 12°C.

Ихтиофауна реки Ус не многочисленна по видовому составу, основным ее представителем является хариус сибирский (*Thymallus arcticus* (Pallas, 1776), по перекатам и ямам встречается ленок, таймень, налим, изредка — елец, плотва, пескарь. Хариус является представителем семейства хариусовых (Вышегодоцев, 2000). Ценный объект промышленного и любительского рыболовства. Реофил. Имеет преимущественно бентосный тип питания. Относится к туводным (жилым) видам рыб. Важный объект любительского промысла. Хариус — один из самых распространенных и многочисленных видов рыб бассейна р. Енисей. Предпочитает русловые участки реки и протоки с быстрым течением, галечными и каменисто-галечными грунтами. Часто концентрируется в зонах реки сразу за перекатами и шиверами. Из-за его экологических особенностей (приуроченность к обитанию в боковых притоках и отсутствие скоплений) никогда не играл большой роли в промысле в масштабах рыбной промышленности, в бассейне р. Ус является одним из наиболее востребованных видов местного промысла. Численность хариуса зависит, главным образом, от степени его использования рыбаками-любителями и, кроме того, от антропогенного вмешательства в водные экосистемы.

На исследуемом участке реки хариус один из наиболее распространенных видов. Основу питания хариуса (до 80%) во всех возрастных группах составляют организмы зообентоса. Доминируют личинки и куколки амфибиотических (полуводных) насекомых (веснянки, подёнки, ручейники, хирономиды). Характер питания хариуса с возрастом меняется — увеличивается доля крупных кормовых объектов за счёт крупных личинок ручейников и веснянок, а также мелких рыб, живущих вблизи дна, и летающих насекомых.

Нерестится хариус вскоре после ледохода, при температуре воды 5–11°C. Самка откладывает икру в один прием на каменисто-галечниковых перекатах, на быстром течении. Икра крупная, до 3 мм в диаметре. Нерест в течение жизни неоднократный. Плодовитость хариуса составляет от 1 до 12.6 тыс. икринок.

В период интенсивного нагула у рыб происходит дифференциация и рост генеративной ткани, и информация о качественных и количественных преобразованиях в системе кроветворения и специфики их изменения чрезвычайно важны для оценки успеха воспроизводства и сохранения популяции.

Особенностью иммунной системы рыб является доминирование неспецифических факторов защиты, характеризующихся большим разнообразием и быстрой реакцией (Кондратьева и др., 2002). Сильнейшим внешним воздействием, контролирующим иммунитет рыб, является температура, а также жесткость воды (повышенные концентрации ионов кальция и магния стимулирует сопротивляемость рыб возбудителям, присутствие тяжелых металлов и органических загрязнителей в воде. Одной из составляющих комплексной системы неспецифической резистентности рыб является генерация активных форм кислорода (АФК) в большей степени антиген-активированными клетками периферической крови, регулируемая про- и антиоксидантными ферментами и факторами клеток (НАФН-оксидаза, супероксиддисмутаза, миелопероксидаза и т.п.) и плазмы крови (металлы с переменной валентностью) (Макарская и др., 2011; Микряков и др., 2001). Присутствия во внешней среде обитания рыб металлов с переменной валентностью определяет содержание их в организме и участие в окислительно-восстановительных процессах. Именно в связи с этим одним из методов анализа иммунного статуса рыб выбран хемилюминесцентный метод анализа функциональной активности клеток крови рыб по кинетики генерации АФК при антигенной стимуляции *in vitro* (Микряков и др., 2001). Генерация активных форм кислорода (АФК) является обязательным сопровождением активации нормально функционирующих фагоцитирующих клеток — ведущих элементов неспецифической резистентности и специфического иммунитета, а также информативным показателем адаптивных способностей организма.

Условия обитания рыб в р. Ус в период экспедиционного отлова 2012 и 2013 гг. соответствовали средним многолетним характеристикам для летнего периода. Температура воды изменялась в пределах 10–14°C при температуре воздуха от 20 до 31°C, общая жесткость не превышала 1.25 ммоль экв./л (Ежегодник качества поверхностных вод, 2012), содержание растворенного кислорода в пределах 8–10.4 мг/л, нейтральное pH (7.0–7.4), содержании тяжелых металлов: Mn от 0.5 до 53 мкг/л, Cu — от 0.5 до 19 мкг/л, Zn — от 0.5 до 64 мкг/л — эпизодически в 5–19 раз превышало ПДК для рыбохозяйственных водоемов.

Ихтиофауна на территории облова р. Ус была представлена особями семейства хариусовых (рис. 1), не старше 4 лет. Двухлетки составляли 48%, трехлетки — 33% и четырехлетки — 19%. В мелких затеках, образовавшихся из-за высокого подъема воды, вдоль берегов отмечается скопление мальков хариуса разного размера. Известно, что в небольших по длине и продуктивности реках популяция хариуса представлена “карликовыми особями” (Заделенов и др., 2003). Не составляет исключение и “тугорослая” форма хариуса из р. Ус, в возрасте 2+ ... 4+ лет уступает по длине быстрорастущей енисейской форме из “полюны” в районе г. Красноярск на 18–23%, по массе — в 2 раза.

Количественное соотношение разнополых особей в возрасте 2+ составляло 1:1, в возрасте 3+ преобладают самцы (5:2), в возрасте 4+ самок в 3 раза больше. По размерно-весовым характеристикам у одновозрастных особей из р. Ус не отмечалось межгодовой разницы (рис. 1).

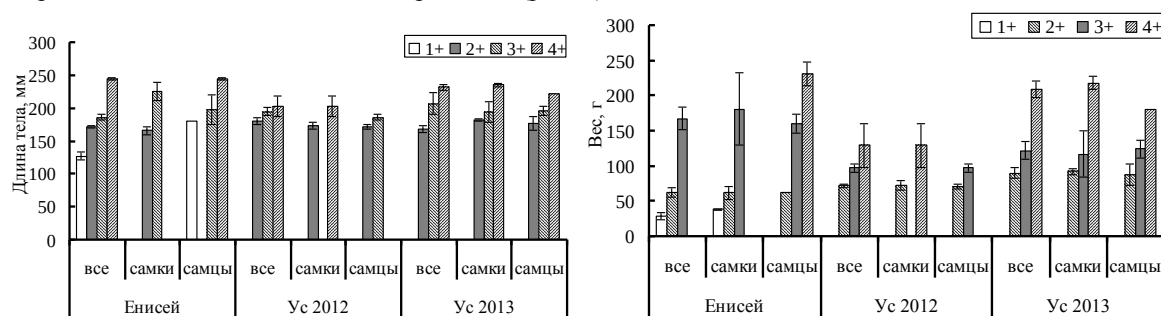


Рис. 1. Возрастные особенности размерно-весовых характеристик особей хариуса р. Енисей, р. Ус в летний период 2012 и 2013 гг.

Для 2+ и 3+ самцов и самок в сравнении с 2012 г. достоверных отличий в 2013 г. также не отмечалось, но самки 4+ имели большие длину тела и вес, что больше характерно для хариуса о. Манское, чем для р. Енисей (Заделенов и др., 2003). В сравнении с хариусом, обитающим в о. Ойское, 2+ особи по длине тела и весу не отличаются, а 3+ особи из р. Ус меньше и легче ойских.

Особенностью гематологических показателей хариуса р. Ус в 2013 г. является более низкое, чем в 2012 г. содержание гемоглобина (рис. 2), но количественно соответствующее содержанию гемоглобина у енисейского хариуса. При этом содержание растворенного кислорода в воде р. Ус при температуре воды 12–14°C в 2013 г. в сроки отлова не отличалось от 2012 г. По средним значениям по выборке прослеживается тенденция увеличения содержания гемоглобина у особей хариуса с возрастом. Содержание эритроцитов в периферической крови хариуса также как и в 2012 г. имело тенденцию несколько увеличиваться с возрастом, при закономерном снижении у 3+ особей, но достоверно не различалось у разнополых особей (рис. 3). Численность лейкоцитов наоборот с возрастом закономерно снижалась.

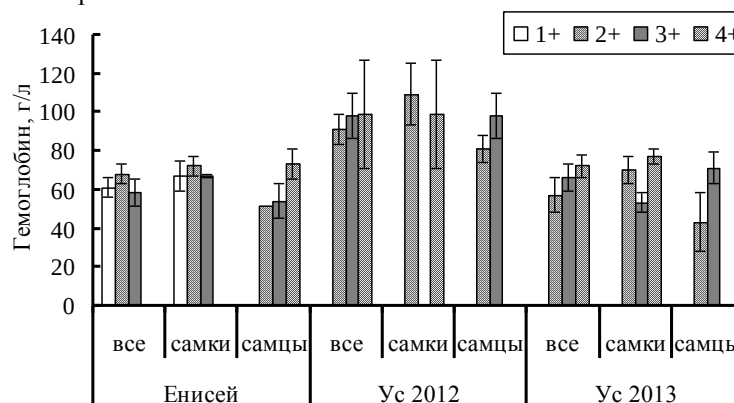


Рис. 2. Содержание гемоглобина у разновозрастных и разнополых особей хариуса р. Енисей, р. Ус в летний период 2012 и 2013 гг.

Одной из основных функций клеточного звена неспецифической резистентности является фагоцитоз. Кроме того, оно участвует в синтезе медиаторов иммунного ответа и антибиотических веществ: лизоцима, интерферона, агглютининов, интерлейкинов и др. На воздействие благоприятных и неблагоприятных факторов рыбы реагируют интенсивностью лейкопоза и изменением соотношения между лимфоцитами и гранулоцитами (Лугаськова, 2003; Лукьяненко, 1971). Изменения в составе лейкоцитов отражаются на степени сопротивляемости к инфекционным и инвазионным болезням. Функциональное состояние фагоцитов в большинстве случаев определяется по фагоцитарной активности лейкоцитов периферической крови или клеток, выделенных из головного, туловищного отделов почек и селезенки. По относительному и абсолютному содержанию фагоцитирующих клеток в периферической крови особей хариуса р. Ус достоверных межгодовых отличий нет (от 4.1 ± 2.4 до $14.5 \pm 3.7\%$ и от 1.6 ± 0.9 до 4.9 ± 1.4 млн.кл./мл соответственно), но проявляется тенденция увеличения с возрастом при различной группировке и отмечается более высокая вариабельность этой характеристики у самок.

Для количественной оценки функциональной активности лейкоцитов использовали метод регистрации интенсивности генерации активных форм кислорода (АФК) при антигенной активации клеток в цельной крови *in vitro*, оцениваемой в микроварианте хемилюминесцентного метода (Макарская и др., 2011). Хемилюминесцентный анализ функциональной активности клеток крови хариуса выявил неоднозначность параметров кинетики генерации АФК 2012 и 2013 гг. В 2013 г. по кинетике генерации люминол- и люцигенинзависимых АФК в ответ антигенную стимуляцию *in vitro* и без нее выявил более чем в 4.5 раза ниже уровень продукции люминол- и люцигенинзависимых АФК клетками крови хариуса р. Ус в сравнении с хариусом из р. Енисей (рис. 4) и в 11 раз в сравнении с данными р. Ус 2012 г. Для рыб, обитающих в Красноярском водохранилище, подобное сни-

жение функциональной активности клеток крови закономерно на протяжении нескольких лет наблюдения отмечалось в период нереста. При этом у 2+ особей хариуса р. Ус сокращалось время достижения максимума хемилюминесцентной кривой генерации люминолзависимых АФК и увеличивалось у 4+ особей (рис. 4). Лишь 14% обследованных рыб в 2013 г. характеризовались аналогичным 2012 г. уровнем продукции АФК.

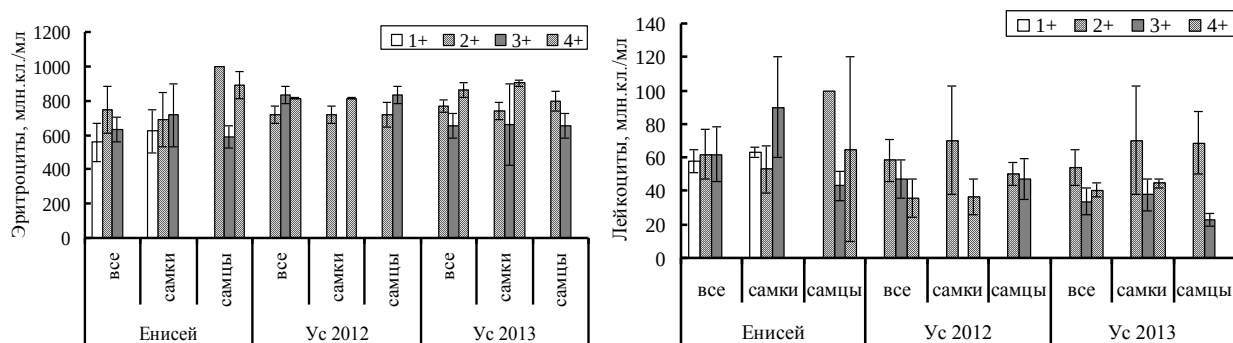


Рис. 3. Содержание эритроцитов и лейкоцитов у разновозрастных и разнополых особей хариуса р. Енисей, р. Ус в летний период 2012 и 2013 гг.

При этом индекс активации генерации АФК в 2013 г. составляет 25.5 ± 5.2 (для енисейского хариуса 1.31, усинского 2012 г. — 1.34) и 24.2 ± 16.7 для люминол- и люцигенинзависимых соответственно, что от 15 до 19 раз выше, чем в 2012 г. То есть, в организме хариуса в 2013 г. при отсутствии антигенного стимула уровень продукции АФК не создает опасности повреждения собственных молекулярных структур АФК, но имеется высокий потенциал реактивности системы неспецифической резистентности при появлении антигенного внедрения (заражения).

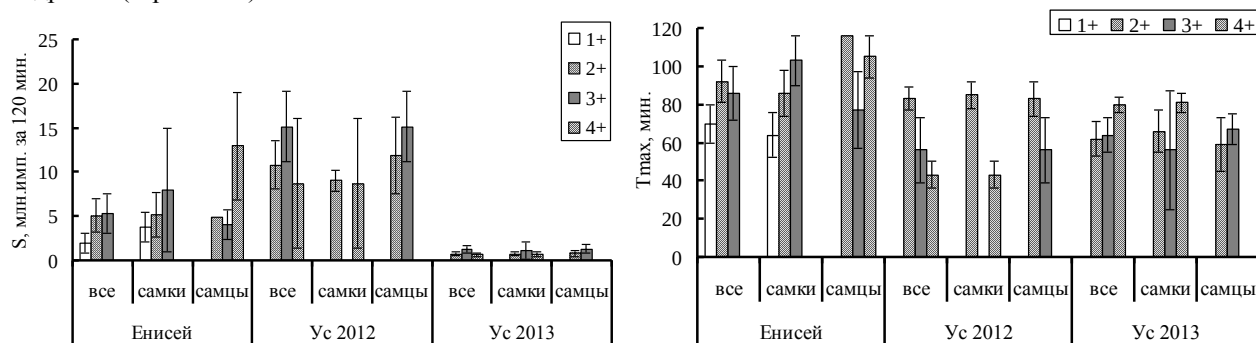


Рис. 4. Возрастная динамика общего объема (S) и времени достижения максимума (T_{max}) генерации люминолзависимых АФК антигенактивированными *in vitro* клетками крови разнополых особей хариуса р. Енисей и р. Ус в летний период 2012 и 2013 гг.

Список литературы

- Андреанова А.В., Апонасенко А.Д., Макарская Г.В., Пономарева Ю.А. Комплексная оценка состояния экосистемы малой горной реки в районе строительства железнодорожной магистрали // Вестник КрасГАУ. 2013. № 8. С. 97–103.
- Вышегородцев А.А. Рыбы Енисея. Новосибирск: Наука, 2000. 175 с.
- Ежегодник качества поверхностных вод и эффективности проведенных водоохраных мероприятий по территории деятельности Среднесибирского УГМС за 2011 г. Красноярск, 2012. Ч. I.
- Заделенов В.А., Шадрин Е.Н. Весенненерестующие лососевидные рыбы Центральной Сибири // Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири. Красноярск: КНИИГиМС, 2003. Вып. 4. С. 244–254.
- Кондратьева И.А., Киташова А.А. Современные представления об иммунной системе рыб. Функционирование и регуляция иммунной системы рыб // Иммунология. 2002. № 2. С. 97–100.
- Лугасьякова Н.В. Экологофизиологические особенности крови сиговых рыб в период нагула в субарктической зоне бассейна реки Оби // Вопросы ихтиологии. 2003. Т. 43, № 6. С. 835–841.
- Лукияненко В.И. Иммунобиология рыб. М.: Пищевая промышленность, 1971. 154 с.
- Макарская Г.В., Тарских С.В. Особенности функциональной активности клеток периферической крови рыб средней части Красноярского водохранилища в летний период // Гидробиологический журнал. 2011. Т. 47, № 5. С. 88–95.
- Микряков В.Р., Балабанова Л.В., Заботкина Е.А. и др. Реакция иммунной системы рыб на загрязнение воды токсикантами и закисление среды. М.: Наука, 2001. 126 с.
- По реке Ус. <http://www.outdoors.ru/region/sayan/sayan7.php>

К ФЛОРЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ РЕКИ КИЗИЛКА (РЕСПУБЛИКА ХАКАСИЯ)

Е. Г. Макеева

Государственный природный заповедник «Хакасский»,
Россия, Республика Хакасия 655017, г. Абакан, ул. Цукановой, 164. E-mail: meq77@yandex.ru

Представлены результаты изучения альгофлоры р. Кизилка. Выявлено 128 видов, разновидностей и форм из 7 отделов (Cyanoprocarvota — 12, Chrysophyta — 1, Bacillariophyta — 103, Euglenophyta — 1, Rhodophyta — 1, Chlorophyta — 6, Charophyta — 4). Приводится систематический список водорослей. Для каждого вида указана эколого-географическая характеристика (географическое распространение, отношение к местообитанию, солёности, реакции среды, сапробность).

Ключевые слова: альгофлора, река Кизилка, Хакасия.

ABOUT THE FLORA OF ALGAE KISILKA RIVER (THE KHAKASIA REPUBLIC)

E. G. Makeeva

The state nature reserve «Khakassky», Russia, The Khakas Republic 655017, Abakan, Zukanovoy Str., 164. E-mail: meq77@yandex.ru

The results of the study of algal flora Kisilka River are presented. There are 128 species, varieties of the species and forms from 7 divisions (Cyanoprocarvota — 12, Chrysophyta — 1, Bacillariophyta — 103, Euglenophyta — 1, Rhodophyta — 1, Chlorophyta — 6, Charophyta — 4). Systematic list of alga are present. Ecology-geographical characteristic (geographical distribution, connection to habitat, salinity, pH, saprobity) are recorded for flora.

Keywords: algae flora, Kisilka River, Khakasia.

Кизилка — река западной части Чулымо-Енисейской котловины Назарово-Минусинской межгорной впадины, левый приток р. Белый Июс (бассейн р. Обь), длина — 18 км. Правобережная пойма по всей длине реки заболочена. Русло часто теряющееся, в средней части разветвляется на рукава (Энциклопедия ..., 2007). Реакция среды — 6.9–7.0. Часть реки протекает по территории заповедника «Хакасский» (участок «Подзаплоты»).

Материалом послужили пробы фитопланктона, фитобентоса, фитоперифитона, собранные в 2010–2013 гг. с мая по сентябрь, обработанные по общепринятым методикам (Водоросли, 1989). В настоящей работе публикуется список водорослей, обнаруженных в пробах, собранных в основном русле реки (табл. 1).

Таблица 1. Таксономический список водорослей р. Кизилка

Отдел Cyanoprocarvota (Cyanophyta, Cyanobacteria)	М	Г	А	С	Р
Класс Cyanophyceae					
Порядок Chroococcales					
Семейство Microcystaceae					
<i>Microcystis pulverea</i> f. <i>holsatica</i> (Lemmerm.) Elenkin	п	i	i	?	b
Семейство Chroococcaceae					
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kütz.) Nägeli	д	gl	alf	o	k
Порядок Oscillatoriales					
Семейство Phormidiaceae					
<i>Phormidium granulatum</i> (N.L. Gardner) Anagn.	п	i	?	?	b
<i>Phormidium bohneri</i> Schmidle	д	?	?	?	k
<i>Trichodesmium lacustre</i> Kleb.	п	i	i	α-β	b
Семейство Oscillatoriaceae					
<i>Lyngbya martensiana</i> Menegh. ex Gomont	п	?	?	β	?
<i>Lyngbya aestuarii</i> Liebm. ex Gomont	д	gl	?	o	k
<i>Oscillatoria simplicissima</i> Gomont	п	i	?	x	k
Порядок Nostocales					
Семейство Microchaetaceae					
<i>Tolypothrix distorta</i> f. <i>penicillata</i> (C. Agardh) Kossinsk.	д	?	?	?	?
Семейство Rivulariaceae					
<i>Gloeotrichia echinulata</i> (J.S. Sm.) P.G. Richt.	?	i	?	o-β	k
Семейство Nostocaceae					
<i>Anabaena contorta</i> Bachm.	п	i	?	?	k
<i>Nostoc linckia</i> Bornet ex Bornet et Flahault	п	?	?	?	?
Отдел Chrysophyta					
Класс Chrysophyceae					
Порядок Chromulinales					
Семейство Dinobryaceae					
<i>Dinobryon divergens</i> O.E. Imhof	п	i	i	β	k
Отдел Bacillariophyta					
Класс Coscinodiscophyceae					
Порядок Thalassiosirales					
Семейство Stephanodiscaceae					
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	п	gl	alf	α-β	k
<i>Cyclotella</i> sp.	?	?	?	?	?
Семейство Aulacoseiraceae					

<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenb.) Simonsen	п	i	i	β	k
Класс Fragilariophyceae					
Порядок Fragilariales					
Семейство Fragilariaceae					
<i>Diatoma hiemale</i> (Lyngb.) Heib.	о	gb	alf	x	a-a
<i>Diatoma mesodon</i> (Ehrenb.) Kütz.	о	gb	alf	x	a-a
<i>Diatoma tenue</i> C. Agardh	п	gl	i	β-o	k
<i>Fragilaria acus</i> (Kütz.) Lange-Bert.	п	i	alf	β	k
<i>Fragilaria capucina</i> Desm. var. <i>capucina</i>	д	i	alf	o-β	k
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i> (Kütz.) Lange-Bert.	о	i	alf	β	k
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	п	gl	alf	o-β	k
<i>Fragilaria famelica</i> (Kütz.) Lange-Bert.	о	gl	acf	β-o	k
<i>Fragilariforma virescens</i> (Ralfs) D.M. Williams et Round	о	i	acf	x	a-a
<i>Hannaea arcus</i> (Ehrenb.) R.M. Patrick	о	i	i	x-o	a-a
<i>Meridion circulare</i> (Grev.) C. Agardh	о	gb	alf	x-o	k
<i>Staurosirella pinnata</i> (Ehrenb.) D.M. Williams et Round	о	gl	alf	β	k
<i>Synedra parasitica</i> var. <i>subconstricta</i> (Grunow) Hust.	о	i	i	o-β	k
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenb.	п	i	alf	β	k
<i>Ulnaria capitata</i> (Ehrenb.) Compere	д	i	alf	β	k
Порядок Tabellariales					
Семейство Tabellariaceae					
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz.	д	gb	acf	o-β	k
<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kütz.	о	gb	acf	o-x	a-a
Класс Bacillariophyceae					
Порядок Eunotiales					
Семейство Eunotiaceae					
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenb.) Schaarschmidt	о	gb	acf	о	k
<i>Eunotia incisa</i> W. Smith ex W. Greg.	д	gb	acf	β-o	a-a
Порядок Mastogloiales					
Семейство Mastogloiaceae					
<i>Aneumastus tuscula</i> (Ehrenb.) D.G. Mann et Stickle	д	i	alf	o-β	k
<i>Mastogloia lacustris</i> Grunow	о	gl	alf	о	k
<i>Mastogloia smithii</i> var. <i>amphicephala</i> Grunow	о	gl	alf	?	k
Порядок Cymbellales					
Семейство Rhoicospheniaceae					
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bert.	о	gl	alf	β	k
Семейство Cymbellaceae					
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.	о	i	i	o-β	k
<i>Cymbella aspera</i> (Ehrenb.) Cleve	о	i	alf	β	b
<i>Cymbella cistula</i> (A. Hempel) Grunow	о	i	alf	β	k
<i>Cymbella cymbiformis</i> C. Agardh	о	i	i	?	k
<i>Cymbella helvetica</i> Kütz.	о	i	alf	x-o	b
<i>Cymbella parva</i> (W. Sm.) Cleve	о	i	i	o-β	b
<i>Placoneis elginensis</i> (W. Greg.) E.J. Cox	д	i	i	x-o	k
<i>Placoneis gastrum</i> (Ehrenb.) Mereschk.	д	i	i	β	k
<i>Placoneis placentula</i> (Ehrenb.) Mereschk.	д	i	alf	o-β	k
Семейство Gomphonemataceae					
<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngb.) M. Schmidt	д	i	i	x	a-a
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenb.	о	i	alf	β	k
<i>Gomphonema coronatum</i> Ehrenb.	о	i	i	β	k
<i>Gomphonema longiceps</i> Ehrenb.	о	i	i	o-β	k
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Lyngb.) Kütz.	о	i	i	β	b
Порядок Achnanthales					
Семейство Achnanthaceae					
<i>Achnanthes lanceolata</i> var. <i>minuta</i> (Skvortzov) Sheshuk.	о	i	i	?	k
<i>Achnanthes lanceolata</i> var. <i>rostrata</i> (Østrup) Hust.	о	i	i	?	k
<i>Planothidium conspicuum</i> (A. Mayer) Aboal	?	?	?	?	?
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Bréb. ex Kütz.) Bukht.	о	i	alf	x-o	k
<i>Rossithidium nodosum</i> (Cleve) Aboal	о	i	acf	о	a-a
Семейство Cocconeidaceae					
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenb. var. <i>Placentula</i>	о	i	alf	β	k
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenb.) Grunow	о	i	alf	β	k
Семейство Achnanthidiaceae					
<i>Achnanthidium affine</i> (Grunow) Czarn.	о	gl	alf	o-β	b
Порядок Naviculales					
Семейство Amphipleuraceae					
<i>Amphipleura pellucida</i> Kütz.	д	i	alf	α-β	k

Семейство Neidiaceae					
<i>Neidium affine</i> var. <i>longiceps</i> (W.Gregory) Cleve	д	i	acf	o	a-a
<i>Neidiomorpha binodis</i> (Ehrenb.) M. Cantonati, Lange-Bert. et N. Angeli	п	i	alf	?	k
Семейство Pinnulariaceae					
<i>Pinnularia biceps</i> W. Greg.	д	i	acf	β-o	k
<i>Pinnularia lata</i> (Bréb.) W. Sm.	д	gb	acf	o	b
<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenb.) Cleve	д	i	i	o	k
<i>Pinnularia rupestris</i> Hantzsch	д	i	acf	?	b
<i>Pinnularia subcapitata</i> W. Greg. var. <i>Subcapitata</i>	д	i	i	x-o	k
<i>Pinnularia subcapitata</i> var. <i>paucistriata</i> (Grunow) Cleve	д	i	?	o	b
Семейство Diploneidaceae					
<i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cleve	д	gl	i	β	b
Семейство Naviculaceae					
<i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenb.) Lange-Bert., Metzeltin et A. Witkowski	д	gl	alf	β-α	k
<i>Caloneis schumanniana</i> (Grunow) Cleve	п	i	alf	o-x	k
<i>Caloneis silicula</i> (Ehrenb.) Cleve	д	i	alf	o-β	k
<i>Kobayasiella subtilissima</i> (Cleve) Lange-Bert.	д	i	acf	?	b
<i>Navicula cryptocephala</i> var. <i>veneta</i> (Kütz.) Grunow	д	gl	alf	α	k
<i>Navicula exilis</i> Kütz.	д	i	i	x-o	k
<i>Navicula mutica</i> var. <i>binodis</i> Hust.	д	i	?	?	k
<i>Navicula oblonga</i> Kütz.	д	i	alf	o-β	k
<i>Navicula radiosa</i> Kütz.	д	i	i	o-β	k
Семейство Pleurosigmataceae					
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Rabenh.	д	i	alf	β	k
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kütz.) Rabenh.	д	i	alf	x	k
Семейство Sellaphoraceae					
<i>Sellaphora bacillum</i> (Ehrenb.) D.G. Mann	д	i	alf	o-β	k
<i>Sellaphora pupula</i> (Kütz.) Mereschk. var. <i>Pupula</i>	д	i	i	β	k
<i>Sellaphora pupula</i> var. <i>capitata</i> (Skvortzov et K.I. Mey.) Poulin	д	i	i	β	k
Семейство Stauroneidaceae					
<i>Craticula cuspidata</i> (Kütz.) D.G. Mann	д	i	alf	β-α	k
<i>Stauroneis anceps</i> Ehrenb. f. <i>Anceps</i>	д	i	i	β	k
<i>Stauroneis anceps</i> f. <i>linearis</i> (Ehrenb.) Cleve	д	i	alf	β	k
<i>Stauroneis nobilis</i> Schum.	д	?	acf	?	?
<i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenb.	д	i	i	β	k
Порядок Thalassiophysales					
Семейство Catenulaceae					
<i>Amphora ovalis</i> Kütz.	д	i	alf	o-β	k
<i>Halamphora coffeaeformis</i> (C. Agardh) Levkov	д	mg	alf	?	k
<i>Halamphora veneta</i> (Kütz.) Levkov	д	gl	alf	β	k
Порядок Bacillariales					
Семейство Bacillariaceae					
<i>Hantzschia amphioxys</i> f. <i>capitata</i> O. Müll.	д	i	alf	?	k
<i>Hantzschia elongata</i> (Hantzsch) Grunow	д	i	?	o	b
<i>Nitzschia alpina</i> Hust.	д	?	acf	?	?
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	д	i	alf	o	k
<i>Nitzschia communis</i> Rabenh.	д	i	i	β	k
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützi.) Grunow	д	i	alf	β	k
<i>Nitzschia holsatica</i> Hust.	д	i	i	β	k
<i>Nitzschia hybrida</i> Grunow	д	mg	alf	β	b
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch	д	i	alf	β-α	k
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Ehrenb.) W. Sm.	д	i	alf	β	k
Порядок Rhopalodiales					
Семейство Rhopalodiaceae					
<i>Epithemia argus</i> (Ehrenb.) Kütz. var. <i>argus</i>	д	i	alf	o	b
<i>Epithemia argus</i> var. <i>alpestris</i> (Grunow) Hust.	д	i	i	?	b
<i>Epithemia adnata</i> (Kütz.) Bréb.	д	i	i	β	k
<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenb.) Kütz.	д	i	alf	β	k
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenb.) O. Müll. var. <i>Gibba</i>	o	i	alf	o	k
<i>Rhopalodia gibba</i> var. <i>parallela</i> (Grunow) Holmboe	o	i	i	o	a-a
Порядок Surirellales					
Семейство Surirellaceae					
<i>Cymatopleura elliptica</i> (Bréb.) W. Sm. var. <i>Elliptica</i>	д	i	alf	β	k
<i>Cymatopleura elliptica</i> var. <i>nobilis</i> (Hantzsch) Hust.	д	i	i	o-β	a-a
<i>Cymatopleura solea</i> (Bréb.) W. Sm. var. <i>Solea</i>	д	i	alf	β-α	k
<i>Cymatopleura solea</i> var. <i>subconstricta</i> O. Müll.	д	i	alf	?	b
<i>Surirella linearis</i> var. <i>constricta</i> (Ehrenb.) Grunow	д	i	i	β	b

<i>Surirella ovalis</i> Bréb.	д	mg	alf	β	k
<i>Surirella tenera</i> var. <i>nervosa</i> A.W.F. Schmidt	д	i	alf	β-α	k
Отдел Euglenophyta					
Класс Euglenophyceae					
Порядок Euglenales					
Семейство Euglenaceae					
<i>Monomorphina pyrum</i> (Ehrenb.) Mereschk.	п	i	i	β	b
Отдел Rhodophyta					
Класс Florideophyceae					
Порядок Batrachospermales					
Семейство Batrachospermaceae					
<i>Batrachospermum gelatinosum</i> (L.) De Candolle	д	?	?	o-x	?
Отдел Chlorophyta					
Класс Chlorophyceae					
Порядок Sphaeropleales					
Семейство Selenastraceae					
<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárk.-Legn.	п	i	alf	β-α	k
Порядок Chaetophorales					
Семейство Chaetophoraceae					
<i>Chaetophora tuberculosa</i> (Roth) C. Agardh	д	?	?	β	?
Порядок Oedogoniales					
Семейство Oedogoniaceae					
<i>Oedogonium undulatum</i> (Breb.) A. Braun	д	i	?	?	k
Класс Ulvophyceae					
Порядок Ulotrichales					
Семейство Ulotrichaceae					
<i>Ulothrix aequalis</i> Kütz.	д	?	?	o-β	?
Порядок Cladophorales					
Семейство Cladophoraceae					
<i>Cladophora fracta</i> (O. Müller ex Vahl) Kütz.	д	?	?	β	k
<i>Cladophora glomerata</i> (L.) Kütz.	д	i	alf	β	k
Отдел Charophyta (Streptophyta)					
Класс Conjugatophyceae					
Порядок Desmidiales					
Семейство Closteriaceae					
<i>Closterium acerosum</i> (Schrank.) Ehrenb.	д	i	i	α-β	k
<i>Closterium setaceum</i> Ehrenb. ex Ralfs	п	gb	?	?	k
Порядок Zygnematales					
Семейство Zygnemataceae					
<i>Spirogyra</i> sp.	?	?	?	?	?
Класс Charophyceae					
Порядок Charales					
Семейство Characeae					
<i>Chara vulgaris</i> L.	д	?	?	o	?

Примечание: М — местообитание: п — планктонный вид, о — обрастатель, д — донный вид. Г — галобность: gb — галофоб, i — индифферент, gl — галофил, mg — мезогалоб. А — ацидофильность: acf — ацидофил, i — индифферент, alf — алкалофил. С — сапробность: х — ксеносапроб, о — олигосапроб, β — бета-мезосапроб, α — альфа-мезосапроб. Р — распространение: b — бореальный, k — космополит, а-а — аркто-альпийский. ? — таксоны, мало изученные в экологическом и географическом отношении.

В пойменных озерах выявлено большое число видов десмидиевых водорослей, не приведенных в данном списке. Роды внутри семейств и виды в родах расположены в алфавитном порядке. Эколого-географическая характеристика водорослей приведена по данным, содержащимся в определителях и крупных сводках (Унифицированные ..., 1977; Фитопланктон Нижней Волги ..., 2003; Альгофлора ..., 2006; Барина и др., 2006).

На основании оригинальных материалов список водорослей р. Кизилка насчитывает 118 видов, представленных 128 видами, разновидностями и формами, относящихся к 66 родам, 42 семействам, 7 отделам.

Список литературы

- Альгофлора озер и рек Карелии. Таксономический состав и экология / С.Ф. Комулайнен, Т.А. Чекрыжева, И.Г. Вислянская. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2006. 81 с.
- Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив: Pilies Studio, 2006. 498 с.
- Водоросли: Справочник / АН УССР, Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного; [С.П. Вассер и др.]. Киев, 1989. 604 с.
- Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. 3. Методы биологического анализа вод. Прил. 1. Индикаторы сапробности. М.: Изд-во СЭВ, 1977. 191 с.
- Фитопланктон Нижней Волги. Водохранилища и низовые реки / Под ред. И.С. Трифоновой. СПб: Наука, 2003. 232 с.
- Энциклопедия Республики Хакасия: В 2 т. / Гл. ред. В.А. Кузьмин. Красноярск: Поликор, 2007. Т. 1: А – Н. 432 с.

ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ И ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АКВАТОРИИ У УСТЬЕВ РЕК РАЙОНА БОЛЬШОГО СОЧИ

П. Н. Маккавеев, П. О. Завьялов

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН,

117997, Москва, Нахимовский просп., д. 36. makkaveev55@mail.ru, peter@ocean.ru

С 2007 по 2014 гг. ежегодно проводились наблюдения в шельфовых акваториях, примыкающих к устьям малых рек российского побережья Черного моря (Мезыб, Пшада, Вулан, Туапсе, Битха, Сочи, Кудепста, Мзымта). Цель исследований — изучение отклика гидрофизических и гидрохимических полей на шельфе на воздействие материкового стока. С 2009 г. основное внимание уделялось рекам Мзымта и Кудепста в акватории г. Сочи.

Ключевые слова: речной сток, биогенные элементы, щелочность, шельф.

From 2007 to 2014 annually the observations were made in the shelf areas adjacent to the estuaries of the small rivers of the Russian coast of the Black Sea (Mezyb, Pshada, Vulcan, Tuapse, Bitkha, Sochi, Kudepsta, Mzymta). The aim of the investigations is to study the response of the hydrophysical and hydrochemical fields on the shelf on the influence of the continental flow. Since 2009 the main attention was given to the rivers Mzymta and Kudepsta in the shelf area of the town Sochi.

Keywords: shelf, nutrice, alkalinity, the rivers runoff.

Черное море, как практически замкнутая морская акватория особенно подвержено влиянию пресноводного материкового стока. Общее число впадающих в него больших и малых рек приближается к 1000, но лишь 10 из них относятся к категории крупных (т.е. обладающих площадью водосборного бассейна свыше 10 000 км²). В пределах России в море впадают малые реки числом более 20, а также несколько средних: Пшада, Вулан, Туапсе, Псезуапсе и Сочи со среднегодовым расходом порядка 10–15 м³/с и годовой объем стока порядка 0.3–0.5 км³. В восточной части российского побережья. Впадают более крупные реки: Шахе (37 м³/с, 1.2 км³) и Мзымта (49 м³/с, 1.6 км³). Общий среднемноголетний объем стока в Черное море с территории России — около 7 км в год (Джоашвили, 2003), что составляет около 2% от суммарного пресноводного стока в Черное море. Возможно, именно по этой причине влиянию стока малых и средних российских рек в Черное море ранее в литературе уделялось сравнительно мало внимания. Так в работе (Лукашев, Шендеров, 1998) приводится мнение, что вклад рек российского побережья в баланс биогенных элементов прибрежной части Черного моря составляет всего 2–6%, то есть, находится практически на границе точности балансовых расчетов. Однако не следует недооценивать роли малых и средних рек в переносе вещества в системе река–море. Этот сток, являясь относительно незначительным компонентом водного баланса для моря в целом, может, тем не менее, оказывать заметное влияние на гидрофизику, гидрохимию и гидробиологию в системе суша–море в локальных масштабах на российском черноморском шельфе (Завьялов, Маккавеев, 2014). Особенно остро для российского сектора Черного моря стоит вопрос о переносе загрязнения с материковым стоком в акваториях крупных городов: Анапа, Новороссийск, Геленджик, Туапсе, Сочи. Так в прибрежные воды крупнейшего курорта страны города Сочи ежегодно в море сбрасывается около 90 млн. тонн загрязненных сточных вод и лишь 15% из них могут считаться чистыми или нормативно-очищенными (Амирханов и др., 1997).

Попадая из реки в море, материковые воды образуют там прилежащие к устью мезомасштабные структуры, выделяющиеся пониженной соленостью и температурой, отличной от окружающей, а также как правило, повышенной мутностью, высоким содержанием взвеси и растворенной органики. Такие структуры в современной литературе принято называть «плюмами» (от английского «plume»). Пространственные масштабы плюмов могут достигать порядка десятков, а для крупных рек — и сотен километров, но при этом они во многих случаях сохраняют резко очерченную границу (шириной порядка нескольких метров и даже сантиметров) с окружающими морскими водами. Речные плюмы практически всегда приурочены к поверхности, поскольку характеризуются пониженной плотностью воды, но по вертикали они могут охватывать более или менее значительный слой в зависимости от мощности стока и интенсивности перемешивания.

Отражение речного стока на химический состав вод приустьевых районов моря зависит от индивидуальных особенностей состава химического стока отдельных рек. В приустьевых водах, как правило, повышено содержание фосфатов, кремния и различных форм азота. Величина общей щелочности и содержание растворенного неорганического углерода могут быть как повышенными, так и пониженными. Результаты работ показали, что воды рек Вулан, Тешебс, Пшада и Мезыб были обогащены карбонатным углеродом, по сравнению с морской водой и влияние речного стока хорошо прослеживается по увеличенным значениям общей щелочности, а реки района Туапсе–Сочи содержали относительно немного карбонатного углерода (за исключением Кудепсты). Это связано с геологическими особенностями бассейна водосбора и химическим составом подземного стока, морфологией русла реки. Следует учитывать, что химический состав стока меняется не только от реки к реке, но и сильно зависит от гидрометеорологических условий бассейна водосбора. При дождевых паводках, как правило, растет содержание различных форм азота и фосфатов (скорее всего из-за смыва удобрений), содержание кремния и карбонатного углерода, напротив, снижается.

С 2006 г. по инициативе Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН проводятся ежегодные комплексные экспедиции по изучению приустьевых районов малых и средних рек российского побережья Черного моря. С 2009 по 2014 г. работы сосредоточены в районе Большого Сочи (Завьялов, Маккавеев, 2014) крупнейшему курорту страны и столице Олимпийских игр – 2014, городу Сочи. Практически все экспедиции осуществ-

лялись в один и тот же период года — май или первые дни июня, который в этом районе обычно соответствует паводковому стоку рек. Работы включали широкий спектр гидрофизических и гидрохимических наблюдений с привлечением спутниковой информации и истанционных методов.

В пределах Большого Сочи в море впадает ряд средних и малых рек. Этот район особенно интересен для исследования: реки, впадающие здесь в море (Мзымта, Кудепста, Сочи, Битха и др.), значительно отличаются друг от друга по морфологическим характеристикам и степени антропогенной нагрузки, что отражается на химическом составе вод (Kostyleva et al., 2011). Эти различия позволяют исследовать распространение по прибрежной акватории растворенных веществ (в том числе и поллютантов), поступающих с водами отдельных водотоков (Маккавеев и др., 2013). Метод разделения вод различного происхождения с использованием уравнения смешения для квазиконсервативных субстанций был разработан и успешно применялся для высокоширотных морей (Власова и др., 2005; Маккавеев и др., 2010). В качестве примера подобных расчетов в прибрежной зоне Черного моря приведем результаты работ на полигоне между устьями рек Мзымта и Кудепста. За годы работ в районе Сочи на этом полигоне площадная съёмка выполнялась 15 раз. Эти реки прекрасно подходили для расчета доли вод различного происхождения в формировании поверхностного распресненного слоя («плюма»). В первую очередь их воды значительно отличались друг от друга по величине общей щелочности и содержанию растворенного кремния (табл. 1).

Таблица 1. Гидрохимические параметры вод рек Мзымта и Кудепста (2009–2014 гг.)

Река	pH	Alk	P-PO ₄	Si	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NO ₂
Мзымта	7.93-8.70 8.30	0.582-1.568 1.081	0.10-5.89 1.30	76.86-114.22 93.45	2.98-2.98 2.98	0.85-149 21.7	0.18-18.46 2.99
Кудепста	7.52-8.53 8.09	2.505-3.654 3.208	0.00-9.63 2.15	12.59-118.02 77.66	—	0.00-103.1 26.63	0.14-32.04 5.51

Величина общей щелочности и содержание растворенного кремния традиционно используются как элементы трассеры для идентификации водных масс. Эффективность любого трассера вод определяется как его консервативностью, так и соотношением “сигнал/шум”. Для подтверждения достоверности этих параметров как трассеров разделяемых водных масс в исследуемом регионе был рассчитан так называемый градиент эффективности, представляющий собой отношение разницы этих величин к разнице солёности смешивающихся вод. Рассчитанные градиенты значительно превосходили точность аналитического определения этих параметров. Различия в химическом составе этих рек, находящихся не столь далеко друг от друга было вызвано, во-первых, сильным различием в их гидрологических и морфологических характеристиках (табл. 2). Во-вторых, разной степенью и направленностью антропогенной нагрузки.

Таблица 2. Характеристики рек исследуемого полигона

Река	Длина, км	Площадь водосбора, км ²	Высота истока над уровнем моря, м	Средний расход, м ³ /с	Источник питания
Мзымта	89	885	2980	45.6	дождевой, подземный, сезонно-снеговой, снегово-ледниковый
Кудепста	23	85.4	780	3.4	дождевой, подземный

Несомненно, схема переноса вод зависит от величины расхода (увлажнения бассейна водосбора) и, в большей степени от гидрометеорологических условий в прибрежной зоне. На рисунке 1 показано наиболее часто встречавшееся распределение вод, по результатам съемки 28.05.2010 г.

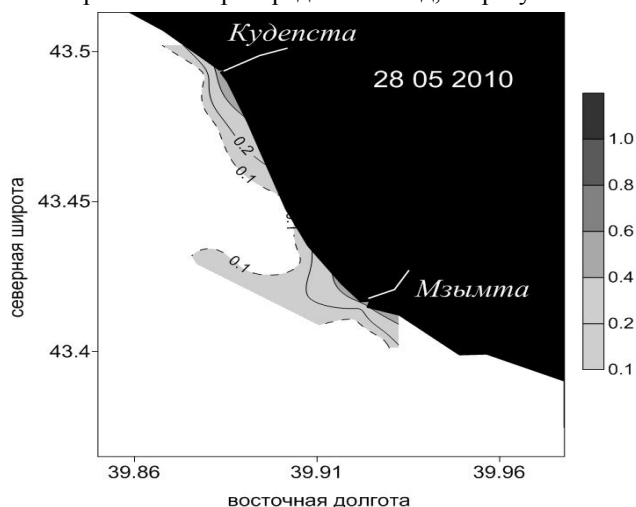


Рис. 1. Распределение доли вод рек Мзымта и Кудепста в поверхностных водах по результатам съемки 28 мая 2010 г.

Воды Мзымты, как более многоводной реки, распространяются почти по нормали к берегу и их влияние (содержание в поверхностных водах до 10%) прослеживается на расстоянии почти до 4 км от устья. Воды Кудепсты более прижаты к берегу и переносятся главным образом в юго-восточном направлении, но тоже прослеживаются вдоль берега почти на 3 км. Такое распределение характерно для ветров северных румбов.

Юго-восточный вдоль береговой ветер, в свою очередь, способствует формированию плюма, распространяющегося в северном направлении и имеющего наибольшую линейную протяжённость (от устья р. Мзымта – вплоть до района Кудепста и далее). Однако площадь такого плюма не столь велика из-за его ограниченности пределами узкой прибрежной полосы. Плюмы именно такого типа в наибольшей степени способствуют аккумуляции загрязнений в прибрежной зоне. Они наблюдаются примерно в 20% случаев.

Накопленные за время работ данные не оставляют сомнений в том, что морские воды в городе-курорте Сочи довольно сильно загрязнены, а главным источником этого загрязнения является сток сочинских рек. Вместе с этим, загрязнения очень неоднородны в пространстве и времени – они локализуются в виде шлейфов или «плюмов», размеры и расположение которых зависят от интенсивности речного стока, а также условий ветра и морских течений.

Один из интересных результатов в том, что было показано — в приустьевых зонах исследованных рек, не смотря на высокую степень их загрязнённости, находится область с повышенным содержанием кислорода и повышенной величиной рН. Можно предположить, что в приустьевом участке существует область, где биологическая активность подпитывается принесенными биогенными элементами. Однако под влиянием динамических факторов (например, нагон вод) эта область может исчезать на некоторое время. Эта зона, как правило, находится на расстоянии 1.5–2 км от устья реки и ширина составляет первые десятки метров.

Мы отметили, что экологическая ситуация медленно меняется от года к году, но локальные воздействия загрязнений подвержены также быстрой изменчивости в масштабах единиц дней или даже часов. Размеры и расположение загрязнённых морских областей кардинально меняются в течение нескольких дней, а зачастую и на протяжении одних суток. Расчеты показывают, что основной причиной этому являются ветровые воздействия. Действительно, воды речного происхождения обладают меньшей плотностью, чем чистые морские воды, поэтому они образуют устойчивый, сравнительно тонкий слой, как бы «скользящий» по поверхности моря. Большая часть энергии ветра передается именно этому тонкому слою, поэтому даже умеренный ветер способен быстро и эффективно перемещать загрязнённые материковые воды.

Список литературы

- Амирханов М.М., Лукашина Н.С., Трунев А.П. Природные рекреационные ресурсы, состояние окружающей среды и экономико-правовой статус прибрежных курортов. М.: Экономика, 1997. 207 с.
- Власова Е.С., Маккавеев П.Н., Маккавеев А.П. Растворенный неорганический углерод в водах юго-восточной части Баренцева моря // Океанология. 2005. Т. 45. № 2. С. 217–223.
- Джаошвили Ш.В. Реки Черного моря. Европейское агентство по охране окружающей среды. Технический отчет № 71. Тбилиси, 2003. 185 с
- Завьялов П.О., Маккавеев П.Н. Речные плюмы и загрязнение в морской акватории Сочи // Наука в России. 2014. № 2. С. 4–12.
- Лукашев Ю.Ф., Шендеров В.Н. Роль речного стока в формировании режима биогенных элементов прибрежной зоны Российской части Черного моря // Океанология. 1998. Т. 38. № 4. С. 554–556.
- Маккавеев П.Н., Стунжас П.А., Хлебонашев П.В. О выделении вод Оби и Енисея в распресненных линзах Карского моря. // Океанология. 2010. Т. 50. № 5. С. 740–747.
- Маккавеев П.Н., Полухин А.А., Степанова С.В. Работы по изучению приустьевых областей малых и средних рек в прибрежной зоне Российского сектора Черного моря. Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Сб. тр. Вып. 27. НАН Украины. МГИ, ИГН, ОФ Ин БЮМ. Редкол.: Иванов В.А. (гл. ред.) и др. Севастополь, 2013. С. 412–417.
- Kostyleva A.V., Podymov O.I., Makkaveev P.N. et al. Influence of small rivers runoff on the hydrochemical structure of coastal waters of the north-eastern Black Sea // Coastal Engineering 2011: Conference proceedings. San-Diego: ASCE. 2011. P. 286–297.

УДК 504.4.054 (282.247.377)

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ БАСЕЙНА РЕКИ БЕЙСУГ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ

Н. Н. Мамась

Кубанский Государственный Аграрный университет, Калинина 13, natamamas@mail.ru

Бассейн р. Бейсуг целиком расположен в пределах Краснодарского края. Бассейн степной р. Бейсуг расположен на землях Кавказского, Тбилисского, Выселковского, Кореновского, Тимашевского, Брюховецкого, Каневского и Приморско-Ахтарского районов. На территории водосборного бассейна реки Бейсуг основными источниками поступления загрязнителей в почву являются применяемые в земледелии средства химизации (минеральные, органические удобрения, известь), а также промышленные предприятия и автомобильный транспорт. Сложившийся экстенсивный характер развития сельского хозяйства и неэффективная система земледелия, осуществляемые в бассейне р. Бейсуг, приводят к таким негативным явлениям, как увеличение скорости потери гумуса в черноземах, увеличение площадей, подверженных водной и ветровой эрозии и нарушенных земель. В настоящее время получение продукции растениеводства идет в основном за счет минеральных удобрений и потенциального плодородия почв при отрицательном балансе питательных веществ, что усугубляет и без того кризисное состояние корнеобитаемого слоя черноземов не только на территории бассейна реки, но и во всей степной зоне края.

Ключевые слова: степные реки, реки Краснодарского края, экологическая ситуация, река Бейсуг, экологическое состояние бассейна реки Бейсуг.

ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL STATUS OF RIVER BASIN Beisug IN KRASNODAR TERRITORY

N. N. Mamas

Kuban State Agricultural University, Kalinina 13, natamamas@mail.ru

River basin Beisug located entirely within Krasnodar Krai. Pool steppe river Beisug located on the lands of the Caucasus, Tbilisi, Viselkovsky, Korenovsky, Timashevsky, Briukhovetsky Kanevsky and Primorsko-areas. On the catchment area of the river Beisug main sources of contaminants in the soil are used in agriculture of chemicals (mineral, organic fertilizers, lime), as well as industrial plants and motor vehicles. Formed extensive character of agriculture and inefficient farming system implemented in the basin Beisug lead to such negative phenomena as the increase in the rate of loss of humus chernozems, increase in the area exposed to wind and water erosion and disturbed lands. Currently, obtaining crop production is mainly due to fertilizer and soil fertility potential at negative balance of nutrients, thus exacerbating an already critical condition of the root layer black soil, not only in the basin of the river, but in the whole of the steppe zone of the region.

Степные реки северной части Краснодарского края находятся в состоянии глубокой деградации, что проявляется в их заиливании, обмелении и загрязнении. Деградация степных рек интенсивно происходила в последние 40–50 лет, что связано со сплошной распашкой степных ландшафтов и не редко до уреза воды, а также размывом плотин и других перегораживающих сооружений.

Мы выбрали для изучения бассейн степной реки Бейсуг, охватывающий площадь 5190 км² и включающий земли Кавказского, Тбилисского, Выселковского, Кореновского, Тимашевского, Брюховецкого, Каневского и Приморско-Ахтарского районов. Территория бассейна включает сельскохозяйственные земли — 76.4%; природные угодья — 14.0%; лесополосы — 3.1%; постройки и дороги — 6.5%. Бассейн р. Бейсуг целиком расположен в пределах Краснодарского края и по своей конфигурации напоминает овал, повернутый длинной осью с востока на запад. Длина бассейна составляет 153 км, а наибольшая ширина составляет 61 км. Площадь водосборного бассейна равна 5190 км². Границами бассейна служат: на юге — бассейн степной реки Кирпили, на севере — бассейн реки Челбас. Водораздельные пространства имеют высоту от 60 до 150 м.

Верховья реки представляют крутые овраги и балки, которые становятся более пологими к среднему течению и совсем выровненными к устью. В среднем и нижнем течении река извилистая, образует широкие плёсы, заливы и старицы.

Рассматриваемая территория бассейна реки по климато-мелиоративным показателям входит в умеренный сельскохозяйственный пояс интенсивного земледелия и животноводства (Системы земледелия в Краснодарском крае ..., 1990). Территория бассейна реки Бейсуг находится в центральной части Азово-Кубанской низменности, представляющую собой волнистую платообразную поверхность, наклоненную к западу и северо-западу, прорезанную долинами ее притоков, сухих балок и оврагов, образующих отдельные локальные водоразделы. На поверхности равнины отмечается сильная эрозионная деятельность, плоскостной смыл и просадочные явления [7].

В бассейне р. Бейсуг экзогенные геологические процессы не имеют четкого выражения (за исключением процесса подтопления и заболачивания земель) и могут фиксироваться только при длительных стационарных наблюдениях. Геологические процессы не приводят к катастрофическим последствиям, но могут привести к снижению плодородия почв, ухудшению экологической обстановки, деформациям или повреждению зданий и сооружений [5].

Денудация почв происходит под воздействием плоскостного смыла и дефляции. В пойме смыл наблюдается на наиболее крутых склонах долин рек и балок, которые не распаиваются. Взвешенные твердые частицы почвы выносятся временными потоками в днища рек и балок, где происходит их аккумуляция. Аккумуляция твердого стока связана с зарегулированностью русла реки плотинами.

Оврагообразование на склонах не отмечается, а образование небольших промоин в период ливней и снеготаяния отмечается как на крутых склонах, так и на откосах земляных плотин. Водной эрозии берегов в силу зарегулированности рек и отсутствия интенсивного течения не отмечается. Волновая переработка берегов незначительна из-за зарастания берегов и большей части прудов болотной растительностью.

Процессы подтопления земель и заболачивания пониженных участков в бассейне р. Бейсуг получили широкое распространение. Наибольшее развитие они имеют на поверхности современной, верхнечетвертичной и среднечетвертичной дельты. Слабая естественная дренированность территории — это основная причина подтопления в пойме. Дополнительное влияние на подъем уровня грунтовых вод оказало строительство прудов, сильное заиливание русла и другие факторы, связанные с антропогенной деятельностью. В условиях небольшой водопроницаемости грунтовых вод и увеличения инфильтрационного питания в 2 раза наблюдается подъем уровня грунтовых вод на 2.5–6 м [9].

Просадочные явления в лессовидных грунтах распространены преимущественно в восточной части бассейна Бейсуг на участках с глубиной залегания грунтовых вод более 5 м.

Основной целью работы является оценка экологического состояния бассейна р. Бейсуг. Решение поставленных целей позволило нам комплексно оценить экологическую ситуацию на территории бассейна р. Бейсуг и на этой основе предложить ряд мероприятий, реализация которых будет способствовать стабилизации экологической ландшафтных систем бассейна и улучшению функционирования речной системы.

При проведении исследований методы соответствовали существующим ГОСТам, а также санитарным и нормативным документам, предусмотренные соответствующими методиками выполнения измерений, разработанными и утвержденными государственными органами по стандартизации и метрологии.

Все работы выполнены в условиях кафедры общей биологии и экологии Кубанского госагроуниверситета.

На территории водосборного бассейна р. Бейсуг основными источниками поступления загрязнителей в почву являются применяемые в земледелии средства химизации (минеральные, органические удобрения, известь), а также промышленные предприятия и автомобильный транспорт [14].

Центральная пойма в большинстве случаев граничит с сельскохозяйственными угодьями, а прирусловая постоянно испытывает

При оценке степени деградации почв водосборного бассейна, особое внимание следует обратить на степень антропогенной нагрузки.

Значительное засоление долинных почв и грунтов водосборного бассейна реки обуславливают высокую минерализацию речных вод, особенно в период межени. Вода в реке Бейсуг отличается высокой минерализацией, а содержание солей составляет в среднем 3167 мг/дм³. По классификации О.А. Алекина вода относится к классу сульфатные, группе — кальциевые, 3-го типа. Жесткость воды определяется содержанием в ней ионов кальция и магния. Вода реки «очень жесткая» — от 26.41 в верхнем течении до 16.45 мг-экв/дм³ в нижнем течении, что характерно для поверхностных вод данной природной зоны. В межень воды реки имеют более высокую общую жесткость и минерализацию, по сравнению с периодами половодья [13].

Минерализация воды и концентрация гидрокарбонатных ионов определили слабощелочную реакцию среды. Величина pH воды в р. Бейсуг варьирует от 7.2 до 8.64 при среднем значении по реке pH 8.26, что не превышает значений ПДК установленных для водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

Взвешенные частицы влияют на прозрачность воды и на проникновение в нее света, на температуру, состав растворенных компонентов поверхностных вод, адсорбцию токсичных веществ, а также на состав и распределение донных отложений и на скорость осадкообразования. Концентрации взвешенных веществ в реке Бейсуг варьируют от 0.14 до 0.97 г/дм³ при среднем значении 0.32 г/дм³. Повышенное содержание взвешенных веществ в отдельных точках связано с поступлением наносов с балок и оврагов водосборной площади реки.

Качество воды рек начинает формироваться на водосборе, и обусловлено как особенностями географической провинции, так и деятельностью человека на всей территории бассейна. Основной вид деятельности на территории бассейна р. Бейсуг — сельское хозяйство. В результате несоблюдения водоохраной зоны, при распашке земель, строительстве животноводческих комплексов, населенных пунктов происходит поступление в воду различных токсических компонентов (тяжелые металлы, пестициды), а также биогенов в больших количествах.

Одним из серьезных источников загрязнения водоемов нефтепродуктами является поверхностный сток, формирующийся на территории населенных пунктов, сельскохозяйственных угодий и промышленных площадок (Гайдай, 2005).

С одной стороны, загрязнение донных отложений — это показатель очистки воды оседающими частицами, в том числе отмирающими частицами синезеленых водорослей. С другой стороны, загрязненный ил подвижен и сам может мигрировать по данному водоему. При анализе экологической обстановки одним из наиболее информативных объектов исследований являются донные отложения. Аккумулируя загрязнители, поступающие с водосборов в течение длительного промежутка времени, донные осадки являются индикатором экологического состояния территории, своеобразным интегральным показателем уровня загрязненности [9]. В особенности это верно для степной части Краснодарского края, который представляет собой практически единую ландшафтно-геохимическую систему, все звенья которой связаны потоками вещества. Дренажная сеть, представленная водотоками разного порядка, играет роль гидрологического "скелета", системообразующего костяка всей изучаемой территории [7].

Формирование химического состава поверхностных вод и, следовательно, донных отложений реки во многом происходит при взаимодействии талых вод и дождевых осадков с грунтами.

Немаловажную роль в загрязнении донных отложений данными поллютантами играют сельскохозяйственные поля и животноводческие комплексы, располагающиеся на берегу реки.

В итоге можно отметить, что на существующую экологическую ситуацию бассейна реки влияет большое количество факторов. К особой группе нужно в первую очередь отнести антропогенные факторы — такие как значительные объемы сельскохозяйственного производства, (почвы бассейна распаханы более чем на 70%) и высокую плотность населения, которая составляет около 45 чел./км².

Таким образом, завершая анализ данных бассейна р. Бейсуг можно сделать заключение, что пойменные почвы реки в большинстве используются под сельскохозяйственные нужды и зачастую водоохранная зона не соблюдается, что приводит к выносу биогенных элементов с сельскохозяйственных угодий, а также с территории животноводческих комплексов в реку. Это приводит к накоплению данных компонентов в воде, особенно в ее нижнем течении.

Проведенные исследования показывают, что в настоящее время существует проблема загрязнения донных отложений р. Бейсуг с поверхностным стоком с прибрежных территорий.

Сложившийся экстенсивный характер развития сельского хозяйства и неэффективная система земледелия, осуществляемые в бассейне р. Бейсуг, приводят к таким негативным явлениям, как увеличение скорости потери гумуса в черноземах, увеличение площадей, подверженных водной и ветровой эрозии и нарушенных земель. В настоящее время получение продукции растениеводства идет в основном за счет минеральных удобрений и потенциального плодородия почв при отрицательном балансе питательных веществ, что усугубляет и

без того кризисное состояние корнеобитаемого слоя черноземов не только на территории бассейна реки, но и во всей степной зоне края.

В развитии перечисленных выше процессов значительную долю вносят следующие несовершенные технологические операции: обработка пашни и распашка междурядий вдоль склонов; несоблюдение севооборотов, периодов сортосмены и сортообновления сельхозкультур; нарушение естественной системы дренажа; снижение внесения органики и приоритет в системе удобрений в севообороте минеральным удобрениям.

Серьезный вред окружающей среде наносит также неправильное применение, хранение и реализация химических средств защиты растений и удобрений. Еще одной немаловажной проблемой на территории бассейна реки, связанной с сокращением местообитания животных, а в некоторых случаях и гибелью, является выжигание прибрежной растительности балок и берегов реки.

Список литературы

1. Белюченко И.С., Мамась Н.Н. Оценка состояния речных систем степной зоны края и предложения по улучшению их экологической ситуации // Экологические проблемы Кубани. 2005. № 30. Краснодар: Изд-во КГАУ, 2005. С. 198–207.
2. Белюченко И.С. К вопросу о составе и структуре агроландшафтной системы // Экологические проблемы Кубани. КубГАУ. 2001. № 9. С. 3–8.
3. Гайдай А.А. Некоторые аспекты состояния степных рек Краснодарского края // Экологические проблемы Кубани. 2005. № 30. Краснодар: Изд-во КГАУ, 2005. С. 207–211.
4. Нагалецкий В.Я. Редкие и исчезающие и исчезающие виды растений пойм малых рек // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем малых рек, Ч. 1. КубГУ. Краснодар, 1992. С. 177–181.
5. Нагалецкий В.Я. Современное состояние прудов (малых водохранилищ) Азово-Кубанской равнины // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем малых рек, Ч. 1. Краснодар, 1992. С. 137–140.
6. Очистка русла от ила // Экологические проблемы Кубани. № 28.
7. Соляник Г.М. Почвы Краснодарского края. География Краснодарского края. КубГУ, 1994. С. 51–64.
8. Тильба А.П., Нагалецкий В.Я. О степях северо-западного Кавказа // Актуальные вопросы экологии и охраны природы степных экосистем. Кубанский госуниверситет. Краснодар, 1994. С. 9–15.
9. Тильба А.П., Нагалецкий В.Я. Растительность Восточного Приазовья в пределах Северо-Западного Кавказа // Актуальные вопросы экологии и охраны природы Азовского моря и Восточного Приазовья. КубГУ, 1990. С. 54–62.

УДК 504.4.054 (282.247.37)

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ БАСЕЙНА РЕКИ КИРПИЛИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Н. Н. Мамась

Кубанский Государственный Аграрный университет, Калинина 13, natamamas@mail.ru

Среди всех водотоков и типов пресных водоемов самыми многочисленными являются малые реки. Особенность малых рек, как самостоятельного класса водотоков, – отсутствие однозначных критериев выделения их типологических границ. На формирование химического состава воды реки Кирпили в значительной мере сказывается влияние физико-географических условий и водного режима, а также геологического строения.

Ключевые слова: степные реки, реки Краснодарского края, экологическая ситуация на реке, экологическое состояние бассейна реки.

ECOLOGICAL CONDITION OF RIVER BASIN IIF KRASNODAR REGION

N. N. Mamas

Kuban State Agricultural University, Kalinina 13, natamamas@mail.ru

Of all the streams and types of freshwaters are most numerous small rivers. Especially small rivers, as an independent class of watercourses, — the lack of conclusive criteria for identification of typological boundaries. On the chemical composition of the water of the river Kirpili largely the influence of geographical conditions and water regime, as well as the geological structure.

Реки представляют собой один из важнейших элементов географической среды и играют большую роль в жизни общества. Воды рек используются в различных хозяйственных целях и выполняют большое количество общеэкологических функций. С водой связаны все жизненные явления в экосистемах любой территории. Это единственный ресурс природы, который не имеет и, вряд ли, в обозримом будущем найдет себе заменитель.

Среди всех водотоков и типов пресных водоемов самыми многочисленными являются малые реки. Однако их изучению уделяется очень мало внимания. Режим малых рек формируется специфическими условиями регионов и, как правило, в каждом из них имеет свои особенности, что обуславливает необходимость проведения их изучения в различных зонах.

Объектом нашего изучения стал бассейн одной из типичных малых степных рек Краснодарского края — р. Кирпили. Длина реки составляет 202 км, площадь водосборного бассейна — 2760 км². Особенность малых рек, как самостоятельного класса водотоков, — отсутствие однозначных критериев выделения их типологических границ. Мы относим р. Кирпили к малым водотокам в связи с местным ее значением, отражением влияния местных физико-географических факторов в масштабе крупного региона.

Река Кирили начинается у станицы Ладожской Усть-Лабинского района, собирает свои воды с семи административных территорий и впадает в Кирпильский лиман у станицы Роговской, который через лиманы Рясный и

Ахтарский связан с Азовским морем. Река Кирпили, протекая по территории интенсивного хозяйственного использования, получает многочисленные загрязняющие вещества со своего водосборного бассейна.

В бассейне р. Кирпили имеется в настоящее время около трехсот прудов и водохранилищ, которые используются для целей обводнения, орошения и рыбоводства. Зарегулирование реки дамбами намного снизило скорость ее течения. Это стало причиной заиливания русла. Иловые донные отложения аккумулируют загрязняющие вещества, в некоторых случаях являясь причиной вторичного загрязнения воды. С первых лет создания прудов в них происходило осаждение поступающих с водосбора органических веществ и образование их в самих водоемах. Пыльные бури поставляли на поверхность прудов и водохранилищ продукты эолового происхождения. Модуль твердого стока принят для Западно-Предкавказской провинции в размере 59 т/км². Пруды р. Кирпили характеризуются высокой нанососдерживающей способностью, превышающей 95%, поэтому каждый пруд бассейна можно рассматривать как отдельный водоем, получающий продукты эрозии не со всего водосбора, а только с собственного.

Поступление в реку органических остатков и биогенных веществ происходит в основном за счет водно-эрозионных процессов на пашне в период весеннего половодья и ливневых паводков. В бассейне р. Кирпили размещены: склады ядохимикатов, крупные птицефабрики и животноводческие предприятия, поля фильтрации, земледельческие поля орошения, полигоны захоронения бытовых отходов, очистные сооружения.

На формирование химического состава воды р. Кирпили в значительной мере сказывается влияние физико-географических условий и водного режима, а также геологического строения. Гидрохимические исследования р. Кирпили проводились в межень.

Значительное засоление грунтовых вод, подпитывающих реки бассейна Кирпили обуславливают высокую минерализацию речных вод, особенно в период межени. Вода в р. Кирпили отличается повышенной минерализацией, содержание солей составляет в среднем 1192.3 мг/дм³, что указывает на преобладание подземного типа питания.

Жесткость воды представляет собой свойство природной воды, зависящее от наличия в ней главным образом растворенных солей кальция и магния. Суммарное содержание этих солей называют общей жесткостью. В естественных условиях ионы кальция, магния и других щелочноземельных металлов, обуславливающих жесткость, поступают в воду в результате взаимодействия растворенного диоксида углерода с карбонатными минералами и других процессов растворения и химического выветривания горных пород. Источником этих ионов являются также микробиологические процессы, протекающие в почвах на площади водосбора, в донных отложениях, а также сточные воды различных предприятий. Вода в р. Кирпили средне жесткая (среднее значение — 7.57 мг-экв/дм³). Концентрация ионов водорода в целом по реке варьировала в пределах от 7.5 до 8.8 ед. рН, при среднем 8.4 ед. рН.

Донные отложения в условиях интенсивного антропогенного воздействия на водные объекты стали играть все более значительную роль во внутриводоемных процессах. Они перестали быть фактором только улучшения качества воды за счет осаждения и сорбции в них из водной массы различных загрязняющих веществ, в основном антропогенного характера. За последние годы в донных отложениях большинства водных объектов содержание тяжелых металлов, пестицидов и других загрязняющих веществ на порядок, а во многих случаях даже на несколько порядков превышает их концентрации в воде. Донным отложениям принадлежит особая роль. Они в значительной мере определяют направленность внутриводоемных процессов и влияют на круговорот веществ в водных объектах. Это особенно характерно для донных отложений пресноводных водоемов, формирование химического состава которых определяется разнообразием их генезиса, физическими свойствами, особенностями седиментогенеза, многообразием и интенсивностью протекающих в них биохимических и биологических процессов, сезонными колебаниями концентраций органических и минеральных веществ и т.д.

При оценке экологического состояния рек исследование загрязнения донных отложений имеет большое практическое значение. Речные наносы мелких фракций, обладающие высокой сорбционной способностью, в процессе своего перемещения и отложения в русле реки накапливают весь комплекс химических элементов, присутствующих в воде. Донные отложения, вследствие высоких сорбционных свойств, могут рассматриваться в качестве интегрального индикатора техногенной нагрузки на реку. Исследованиям донных отложений следует отводить первостепенное место в общей системе наблюдений за состоянием водной среды.

Органическое вещество играет одну из ведущих ролей в концентрации и переносе различных веществ в водоеме. Этот процесс особо важен при поступлении в водоем загрязнителей. Содержание органического вещества в донных отложениях р. Кирпили варьирует от 0.10 до 8.10%, среднее количество при этом составило 2.46%. Среднее содержание органического вещества варьирует в пределах от 1.86 до 3.35%.

Органическое вещество накапливается в донных отложениях как в результате поступления с водосборных площадей, так и образуется непосредственно в водоеме при отмирании водных организмов, а также поступает с их прижизненными выделениями.

При исследовании состояния донных отложений в р. Кирпили отмечено наибольшее содержание органического вещества в донных отложениях в средней зоне реки. Скорее всего, это связано с большим количеством животноводческих комплексов, расположенных в этой зоне, а также большим количеством нарушенных прибрежных территорий, с которых происходит снос и смыв органического вещества из почвы в водоем. Также нельзя исключать факт поступления органических соединений при отмирании водной растительности, обильно произрастающей в водоеме.

Так как река представляет собой цепь прудов, то вещество осаждается недалеко от места его поступления и поэтому снижение органического вещества в донных отложениях нижнего течения реки нельзя связывать с процессами самоочищения водоема. Причина низкого содержания, вероятнее всего, в меньшем количестве используемых под распашку переувлажненных пойменных земель.

Анализируя полученные результаты при исследовании донных отложений р. Кирпили, необходимо отметить изменение их реакции от 7.2 до 9.9, при среднем значении 8.7 ед. рН. Наблюдается тенденция увеличения щелочности донных отложений к устью реки, это связано с влиянием почвы, так как ее щелочность в нижнем течении также выше по сравнению с другими участками реки. Применяя классификацию почв по степени кислотности и щелочности, отметим, что, в общем, щелочность донных отложений повышена.

Совокупность указанных и некоторых других изменений состояния реки можно трактовать как нарушение гидроэкологической безопасности территории. Оно проявляется в дефиците водных ресурсов, угнетении или деградации водных экосистем, увеличении вероятности и опасности наводнений, русловых деформаций, негативного изменения здоровья населения, водных экосистем. Характер этих последствий наиболее быстро проявляется в территориально-аквальных комплексах малых рек и зависит от конкретного сочетания причин, вызывающих негативное изменение их состояния.

УДК504.4.054 (282.247.37)

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ БАСЕЙНА РЕКИ ПОНУРА В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ

Н. Н. Мамась

Кубанский Государственный Аграрный университет, Калинин 13, natamamas@mail.ru

Среди всех водотоков и типов пресных водоемов самыми многочисленными являются малые реки. Особенность малых рек, как самостоятельного класса водотоков, — отсутствие однозначных критериев выделения их типологических границ. На формирование химического состава воды р. Понура в значительной мере сказывается влияние физико-географических условий и водного режима, а также геологического строения.

Ключевые слова: степные реки, реки Краснодарского края, экологическая ситуация на реке, экологическое состояние бассейна реки Понура.

ECOLOGICAL CONDITION OF RIVER BASIN dejectedly IN KRASNODAR TERRITORY

N. N. Mamas

Kuban State Agricultural University, Kalinina 13, natamamas@mail.ru

Of all the streams and types of freshwaters are most numerous small rivers. Especially small rivers, as an independent class of watercourses, — the lack of conclusive criteria for identification of typological boundaries. On the chemical composition of river water drooping largely the influence of geographical conditions and water regime, as well as the geological structure.

Проблема чистой воды и охраны водных экосистем становятся все более значимыми по мере усиления воздействия человека на природу. Малые реки являются важным звеном ландшафтных систем, поскольку выполняют функции регулятора их водного режима, обеспечивают перераспределение влаги, определяют гидрологическую и гидрохимическую специфику средних и крупных бассейнов и т.д. В последние десятилетия, когда резко возросли масштабы хозяйственной деятельности человека, и усилилось его влияние на природные условия, вопросы сохранения и рационального использования малых рек встали особенно остро.

Исследователи малых рек поднимают вопросы, касающиеся загрязнений их речных бассейнов, и утверждают, что нельзя рассматривать природные водоемы как бесконечные накопители загрязнений (Митчелл, 1979; Добровольский, 1985; Белюченко, 1998, 2005).

Малые реки являются верхними звеньями крупных ландшафтных систем, на них в первую очередь отражаются последствия отрицательного влияния хозяйственной деятельности раньше и резче, чем на средних и крупных (Вендров, 1981; Белюченко, 2005).

Для комплексной экологической оценки при ведении мониторинга экосистем, наряду с гидрофизическими и гидрохимическими параметрами, используются гидробиологические и микробиологические показатели поверхностных вод, донных отложений и прилегающих пойменных почв.

Поверхностные воды, донные отложения и пойменные почвы реки играют роль аккумуляторов антропогенного загрязнения, а концентрация в них загрязнителей является надежным индикатором антропогенной нагрузки на природу.

Территория бассейна р. Понура расположена в средней части Краснодарского края и входит в состав Динского и Калининского административных районов. Вдоль берегов реки Понура расположено большое количество населенных пунктов, полевых станов, животноводческих ферм. Во многих местах наблюдается распашка пойменных почв до уреза воды. Русло реки перегорожено многочисленными дамбами, вызывающими его зарастание. Большая часть площади бассейна занята сельскохозяйственными угодьями, где возделываются зерновые и пропашные культуры. Наибольшие площади посевов отведены под пшеницу, ячмень, кукурузу, подсолнечник. В нескольких хозяйствах имеются сады. В низовьях реки много фермерских хозяйств, использующих почвы под выращивание картофеля и бахчевых культур. Транспортная сеть представлена большим количеством автомобильных дорог с интенсивным движением.

На примере бассейна р. Понура была проведена комплексная экологическая оценка состояния ее основных систем и выявлены негативные процессы в ее современном развитии: деградация почвенного и растительного покрова, заиливание основного русла, загрязнение пойменных почв, воды и донных отложений; установлены причины весьма заметного снижения ее биологической активности.

Почвы в бассейне р. Понура представлены черноземом типичным и черноземом обыкновенным. Результаты исследований почвы, показали, что они относительно бедны органическим веществом и относятся к слабогумусным; в черноземе типичном этот показатель меньше (2.90%), чем в черноземе обыкновенном (3.3%). Почвы речной поймы местами сильно загрязнены цинком, свинцом, железом, в валовой и подвижной формах; высокое загрязнение почв свойственно пробам, отобраным вблизи станиц, что указывает на его антропогенное происхождение. Загрязнение тяжелыми металлами связано с размещением свалок, складированием отходов животноводства и т.д. Наиболее загрязнены тяжелыми металлами почвы средней зоны бассейна реки. Хлороорганические пестициды обнаружены во всех почвенных пробах. При сравнении загрязнения почвенных проб поймы реки Понура оказалось, что правобережье загрязнено сильнее, чем левобережье.

Вода по химическому составу относится к гидрокарбонатному классу, она отличается значительной щелочностью (рН до 8.4), что обусловило её высокую жесткость. В воде много нитратов (от 44 до 68 мг/дм³), что связано со сном азота и органических веществ с окружающих полей, где периодически вносятся удобрения. Следует особо подчеркнуть, что вода реки от устья до истока характеризуется высокими значениями ХПК (от 24 до 41 мг/дм³) и БПК₅ (от 13 до 23 мг/дм³). Содержание фенолов в воде устьевой части реки нередко превышает ПДК при относительно невысоких значениях ПАВ. Речная вода сильно загрязнена органическими веществами, имеет высокие показатели фекального загрязнения и относится к полисапробной. Вода содержит большое количество взвешенных веществ на всем ее протяжении. Источниками поступления органических веществ в воду по всему руслу являются бытовые и животноводческие стоки, выпас домашних животных и т.д.

Современные донные осадки являются конечным этапом миграции загрязняющих веществ, поступающих с прилегающей суши и из атмосферы. При осаждении взвешенных органических частиц, которые обладают способностью адсорбировать ионы, тяжелые металлы переходят в донные отложения, где накапливается весь комплекс химических элементов, присутствующих в воде. С одной стороны, донные отложения способствуют самоочищению водной среды, с другой, представляют собой постоянный источник вторичного загрязнения водоемов, поэтому исследование загрязнения донных отложений имеет большое значение в оценке экологического состояния реки.

Экологические исследования состояния водной системы р. Понура показали в целом высокую техногенную нагрузку на все ее составляющие, что отразилось существенно на составе и функционировании ее биологических составляющих.

Анализируя результаты исследований бассейна реки, можно констатировать, что его системы пока еще способны к самовосстановлению при ослаблении антропогенного давления на них. Предложенные мероприятия, при их выполнении, позволят в ближайшее десятилетие существенно улучшить состояние и активизировать функционирование всего бассейна, сохранить плодородие его почв, поддержать видовое разнообразие живых организмов и в целом благоприятствовать развитию его основных ландшафтов.

Список литературы

- Белюченко И.С. Антропогенная экология. Краснодар, 1998. 190 с.
- Белюченко И.С. Особенности речной гидрологии Краснодарского края // Материалы 3-ей Международной научно-практической конференции «Экология речных бассейнов» 28–30 сентября 2005. Владимир: Изд-во Владимирского ун-та, 2005. С. 53–57.
- Белюченко И.С. Современные проблемы функционирования степных рек // Экологические проблемы Кубани. 2005. № 27. С. 165–166.
- Белюченко И.С., Мамась Н.Н. Оценка состояния речных систем степной зоны края и предложения по улучшению их экологической ситуации // Экологические проблемы Кубани, 2005. - № 30. - С. 198–206.
- Гайдай А.А. Некоторые аспекты состояния степных рек края // Экологические проблемы Кубани. 2005. № 30. С. 207–210.
- Добровольская Н.Г., Головченко А.В., Добровольская Т.Г., Зенова Г.М. Бактериальный сток реки Протвы // Вестник Моск. ун-та. Сер. География. 2001. № 2. С. 58–63.
- Добровольская Т.Г., Чернов И.Ю., Звягинцев Д.Г. О показателях структуры бактериальных сообществ // Микробиология. 1997. Т. 66. № 3. С. 408–414.
- Коровин В.И., Коровин А.В. Гидрографическая сеть Северного Кавказа. Краснодар, 1981. 78 с.
- Малиновская В.И., Мельник О.А. Содержание органического вещества в пойменных почвах степных рек // Экологические проблемы Кубани. 2005. № 30. С. 13–17.
- Нагалецкий Ю.Я., Чистяков В.И. Физическая география Краснодарского края. Краснодар, Северный Кавказ, 2001. 256 с.
- Тильба А.П., Нагалецкий В.Я., Кассанелли Д.П. Растительность степных рек Кубано-Приазовской низменности // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем малых рек. (Сб. трудов); Межреспубликанская научно-практическая конференция. Краснодар: КубГУ, 1992. С. 71–77.
- Тильба А.П. Растительность Краснодарского края. Краснодар: КубГУ, 1981. 84 с.
- Яковлева О.А. Фауна почв и воды реки Бейсуг // Экологические проблемы Кубани, 2005. № 30. С. 172–178.
- Яковлева О.А. Разнообразие фауны в почвах агроландшафта на примере степной реки Бейсуг Краснодарского края // Экология и жизнь, IX Международная научно-практическая конференция, Пенза 2006. С. 210–212.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РЕКИ ЧЕЛБАС В КАНЕВСКОМ РАЙОНЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Н. Н. Мамась

Кубанский Государственный Аграрный университет, Калинина 13, natamamas@mail.ru

Исследования в пойме р. Челбас и её притока в Каневском районе Краснодарского края. Грунтовые воды, приуроченные к отложениям аллювия в долинах рек Челбас, Албаши и Мигута, имеют гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевый состав и минерализацию до 3 г/л. В нижнем течении этих рек минерализация повышается до 3–5 г/л. Это объясняется, по-видимому, тем, что водовмещающие аллювиальные отложения в верхних частях долин имеют более высокие фильтрационные свойства и лучше промыты, чем на окружающих водоразделах и склонах, а также вниз по долинам. Речная вода имеет в составе зоопланктона организмы: коловратки, кладоцеры, личинки стрекоз, насекомых, рыб, нематоды, олигохеты, водяные клопы и это свидетельствует о пригодности её к использованию для хозяйственных целей.

Ключевые слова: степные реки, реки Краснодарского края, экологическая ситуация на реке, экологическое состояние бассейна реки Челбас.

ECOLOGICAL STATE RIVER CHELBAS KANEVSKAYA DISTRICT OF KRASNODAR REGION

N. N. Mamas

Kuban State Agricultural University, Kalinina 13, natamamas@mail.ru

Research in the floodplain of the river and its tributary Chelbas in Kanev district of Krasnodar region. Ground water, confined to the deposits of alluvium in the river valleys Chelbas, Albashi and Miguta have hydro-sulphate-calcium composition and mineralization of up to 3 g/l. In the lower reaches of these rivers salinity increased to 3–5 g/l. This is due, apparently, that the Water-bearing alluvial deposits in the upper parts of the valleys have higher filtration properties and better washed than in the surrounding watersheds and slopes, and down the valleys. River water has a composition of the zooplankton organisms: rotifers, cladocerans, larval dragonflies, insects, fish, nematodes, oligochaetes, water bugs, and it indicates the suitability of it to be used for commercial purposes.

Пресные воды Азово-Кубанского артезианского бассейна формируются за счет поступления атмосферных вод. Движение вод происходит от главного водораздела на север и северо-восток, в сторону Азово-Кубанского прогиба, и на юго-запад, в направлении Черноморской впадины.

Воды Каневского района приурочены к разным генетическим образованиям и отмечается слабая водообильность пород; движение потока замедленное, в среднем величина гидравлического уклона не превышает 0.01°.

Питание вод осуществляется за счет просачивания атмосферных вод и подземных вод. Особенно благоприятными местами для их питания являются пониженные участки (блюдца, балки), а также участки, хорошо дренированные, сложенные водопроницаемыми породами. Вблизи рек, озер и лиманов питание грунтовых вод происходит также путем фильтрации вод из этих водных объектов. Существенным источником пополнения грунтовых вод является антропогенное водное загрязнение, т. е. нерациональное использование воды на хозяйственные нужды и при орошении. Особенно велики фильтрации из водопроводящих территорий и оросительных систем бесконтрольного пользования.

Грунтовые воды, приуроченные к отложениям аллювия в долинах рек Челбас, Албаши и Мигута, имеют гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевый состав и минерализацию до 3 г/л. В нижнем течении этих рек минерализация повышается до 3–5 г/л (Нагалеvский, Чистяков, 2001). Это объясняется, по-видимому, тем, что водовмещающие аллювиальные отложения в верхних частях долин имеют более высокие фильтрационные свойства и лучше промыты, чем на окружающих водоразделах и склонах, а также вниз по долинам.

В долинах рек на надпойменных террасах при неглубоком стоянии уровней грунтовых вод (2–5 м) максимум засоления наблюдается у самой поверхности земли и ниже уровня грунтовых вод — за счет сульфатов кальция, натрия и магния. Во второй надпойменной террасе отмечаются два максимума — на глубинах 3–4 и 5–6 м.

Подземные воды мезо-кайнозойских отложений распространены на территории Каневского района в осадочных породах. Они образуют водоносные комплексы в четвертичных отложениях. Водообильность, химический и газовый состав подземных вод зависит от пористости и трещиноватости водовмещающих пород, их химического состава, истории геологического развития и поступления газов и флюидов по разломам из глубин земли.

В западной части Каневского района, отмечены термальные йодо-бромные минеральные воды, в которых наблюдается повышенное содержание фтора и органических веществ нефтяной природы с содержанием 20–30 мг/л (предельно допустимая концентрация органических веществ 30 мг/л). Грунтовые воды в речных дельтах являются аккумулятором и переносчиком солей в почвогрунтах (засоленные почвы сосредоточены в дельтах рек Челбас и Бейсуг). Они оказывают непосредственное влияние на процессы почвообразования, формируя гидроморфные почвы. Грунтовые воды питают реки и озера. Особенно велико их влияние в поймах и дельтах рек — лучшие по продуктивности луга, пастбища и сенокосы расположены в пойме и на нижних надпойменных террасах рек.

Вода рек района характеризуются повышенной минерализацией и сульфатностью. Весной минерализация воды во время половодья небольшая — 100–150 мг/л; летом и осенью она увеличивается и может достигать в межень до 600–12700 мг/л (Борисов, 1978). Высокая жесткость и высокая общая минерализация рек, а также загрязнение промышленными и сточными водами обуславливают их плохие хозяйственные качества и непригодность в ряде случаев для технических целей и орошения.

Лиманы — мелководные водоемы, средняя глубина колеблется от 0.5 до 1.5 м. Наибольшая глубина в лимане Сладком — до 220 см, Кушеватом — до 170 см. Чаще всего лиманы имеют низкие пологие берега, покрытые влаголюбивой растительностью, однако местами берега бывают крутыми и обрывистыми (берега Сладкого лимана имеют крутизну склонов до 30°). Уровень воды в лиманах зависит от притока речных вод и не остается постоянным; он значительно снижается за летний период, что сокращает их площади. Грунты лиманов твердые, песчаные с илистыми отложениями. На косах лиманов Сладкого и Горького отмечены грунты, основу которых составляет ракушка.

Лиманы в основном пресные или чуть солоноватые водоемы. Соленость воды в Челбасских лиманах не одинакова и сильно меняется от притока речных вод, атмосферных осадков, испарения с водной поверхности и транспирации водной растительностью; к осени она несколько увеличивается и составляет в весенне-летний период от 0.28 до 1.88 г хлора на 1 л воды с наибольшей — в лимане Кушеватый.

Вода в реках Челбас и Средняя Челбаска жесткая (среднее значение — 31.2 мг-экв/л), отличается высокой минерализацией, содержание солей составляет в среднем 6610.8 мг/л. По классификации О.А. Алекина вода относится к классу — сульфатные, группе — кальциевые, 2-го типа. На границе с Ленинградским районом в р. Челбас наблюдается превышение ПДК: по хлорид-иону — в 1.4 раз, по сульфат-иону — 7.8 ПДК. В устье р. Челбас по сульфат-иону превышение составило 2.4 ПДК. В воде р. Средняя Челбаска наблюдается превышение ПДК по концентрации натрия-иона от 2.1 ПДК на границе с Павловским районом до 5.4 ПДК в устье. Максимальное превышение содержания в воде хлорид-иона составило 1.5 ПДК, сульфат-иона — до 9.2 ПДК.

Полученные числовые данные свидетельствуют о высокой степени загрязненности р. Челбас органическими веществами. Содержание биогенов в воде р. Челбас определялось по следующим элементам: нитраты, нитриты, фосфаты. Следует отметить, что концентрация *нитритов* в воде рек во всех проанализированных пробах находилась ниже предела обнаружения. В воде р. Челбас содержание *нитратов* изменялось от 1 до 306 мг/л, нитраты были зафиксированы в 86% проанализированных проб воды. При этом превышение предельно допустимой концентрации выявлено в 60% проб от общего числа отобранных. Максимальные из них относятся к участку реки близ станицы Стародеревянской, под ж/д мостом (5.6–6.8 ПДК). Содержание фосфатов в воде очень высокое — максимальное превышение составило 18.5 ПДК.

Превышение ПДК отмечено для всех проб, в которых обнаружены фосфаты — 36% от общего числа, превышение составило от 12 до 18.5 ПДК и вода считается, как очень грязная. В воде р. Средняя Челбаска нитраты находились в высокой концентрации во всех пробах — от 2.1 до 9 ПДК.

Количество *взвешенных веществ* в воде р. Челбас изменяется от истоков к устью от 4.9 до 304.8 мг/дм³. В нижнем течении реки количество взвесей значительно превосходит их количество в среднем, однако по результатам проведенных аналитических исследований высокое содержание взвесей отмечено и в среднем течении. В устье количество взвесей составило в среднем 102.1 мг/дм³.

По результатам анализа было выявлено, что вода в реке является слабощелочной, показатель pH изменяется от 7.9 до 8.3 ед., содержание взвесей значительно различается не только в разных пунктах контроля, но и на разных берегах и в целом является высоким.

Таким образом показатели БПК₅ и ХПК в устьях всех рек достигают максимума. Содержание органического вещества превышает ПДК во всех образцах при максимальном значении 5 ПДК для БПК и 2.4 ПДК для ХПК; биогены (нитраты, фосфор и т. д.) содержатся в высокой концентрации во всех пробах: по нитратам от 2.1 до 9 ПДК, а максимум (407.4 мг/л) в районе станицы Челбасской; содержание фосфатов колеблется от 12 до 17 ПДК; содержание взвесей высокое (от 193 до 480 мг/дм³).

Список литературы

Борисов В.И. Реки Кубани. Краснодар: Кн. изд-во, 1978. 79 с.

Нагалецкий Ю.Я., Чистяков В.И. Физическая география Краснодарского края. Краснодар: Северный Кавказ, 2001. 256 с.

УДК 597-19+597.504.74.06

МАЛЫЕ РЕКИ СЫРДАРЬИНСКОГО БАССЕЙНА КАК РЕФУГИУМЫ АБОРИГЕННОЙ ИХТИОФАУНЫ

Н. Ш. Мамилов¹, Т. С. Ванина², Ф. Т. Амирбекова¹, Э. Б. Кожабасева¹, Д. К. Беккожаева¹

¹ Научно-исследовательский институт проблем биологии и биотехнологии, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан, г. Алматы 050038, пр. аль-Фараби, 71, корпус 6; e-mail: mamilov@gmail.com

² РГП Институт зоологии КН МОН РК, Республика Казахстан, г. Алматы

В исследованных малых реках казахстанской части бассейна р. Сырдарья обнаружено 18 аборигенных видов рыб. Доказано обитание пятнистого губача *Triplophysa strauchii*, гольца Кушакевича *Iskandaria kuschakewitschii* и туркестанского подкаменщика *Cottus spinulosus* в этой части бассейна. Наиболее широко распространенными и массовыми видами рыб являются ташкентская верховодка и туркестанский пескар. Главными угрозами для сохранения естественного разнообразия рыб являются изменение гидрологического режима малых рек и прямое преследование отдельных видов.

Ключевые слова: рефугиум, аборигенный, ихтиофауна, Сырдарья.

18 species of indigenous fishes were found in investigated small rivers on the Kazakhstan part of the Syrdarya watershed. Dwelling here of spotted stone loach *Triplophysa strauchii*, Kushakewitz's stone loach *Iskandaria kuschakewitschii* and Turkestan sculpin *Cottus spinulosus* was established. Tashkent bystranka and Turkestan gudgeon are the broadest spread fish species. Changes of natural hydrology of the rivers and direct human impact on some species are the main threats to natural fish diversity.

Keywords: refugium, aboriginal, ichthyofauna, Syrdarya.

Бассейн р. Сырдарьи является одним из наиболее освоенных человеком регионов Средней Азии. В последней четверти XX века нерациональное использование водных ресурсов привели к экологическому и социальному кризису в бассейне р. Сырдарьи на территории Республики Казахстан. После этого был реализован ряд государственных мероприятий, направленных на стабилизацию и частичную реабилитацию естественных экосистем. Известно (Цепкин, Соколов, 2001), что в условиях усиленной антропогенной нагрузки на основные водные артерии малые реки могут выполнять функцию рефугиумов (убежищ) для многих аборигенных видов рыб. Целью проведенного нами исследования являлось изучение современного разнообразия и состояния аборигенных видов рыб в малых водоемах бассейна р. Сырдарьи на территории Республики Казахстан.

Материалы и методики. Сбор материала проводился с апреля по октябрь в 2012 и 2013 гг., а также в июне–июле 2014 г. Для отлова рыб использовали мальковую волокушу и рыболовный сачок. Были исследованы не только собственно малые реки, но истоки крупных притоков р. Сырдарьи — Арысь, Келес, Бадам, Бугунь, которые по своим гидрологическим условиям также близки к малым рекам. Обследованные участки рек Машат, Кулан, Сарбас являются типичными горными: с быстрым течением и преимущественно каменистым дном. На среднем участке р. Бадам и р. Боралдай течение несколько медленнее, встречаются участки с галечниковым и песчаным дном. Остальные реки ближе к равнинному типу: русло меандрирует, течение не столь быстрое, дно галечниковое, песчаное, местами илистое. Карта-схема района исследований представлена на рисунке 1.

Для морфобиологической характеристики рыб использовали предложенную И.Ф. Правдиным (1966) схему измерений. Возраст рыб определяли по позвонкам и чешуе (Чугунова, 1959). Сравнение видового состава рыб проведено по Соренсену (Sorensen, 1948), для построения дендрограммы использован «полносвязный» (complete linkage) метод. Для морфопатологического анализа рыб использовали предложенную Ю.С. Решетниковым и др. (1999) методику балльной оценки и расчета на ее основе индекса неблагоприятного состояния (ИНС). В зависимости от полученного значения ИНС различают 3 состояния водных экосистем: I — зона относительного экологического благополучия (ИНС для мирных видов рыб не более 4); II — зона экологического бедствия (ИНС для мирных видов рыб от 5 до 8); III — зона экологического кризиса (ИНС для мирных видов рыб больше 8).

Результаты и обсуждение. Большинство исследованных рек подвержено значительной антропогенной трансформации: вдоль рек расположены населенные пункты, вода полностью разбирается на орошение, рыбозащитные устройства на водозаборах отсутствуют, береговая растительность сильно деградирована в результате вырубки и перевыпаса скота, кустарники и деревья вдоль берегов сильно разрежены или полностью отсутствуют. В целях уменьшения естественного впитывания воды в почву русла многих рек трансформированы в прямые каналы, что ликвидирует естественное разнообразие биотопов и лишает рыб естественных убежищ.

Нами были обнаружены следующие аборигенные для Сырдарьинского бассейна виды рыб: плотва *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758), елец *Leuciscus leuciscus* (Linnaeus, 1758), жерех *Aspius aspius* (Linnaeus, 1758), пескарь *Gobio gobio* (Linnaeus, 1758), аральский усач *Barbus brachycephalus* Kessler, 1872, обыкновенная маринка *Schizothorax intermedius* McClelland, 1842 [согласно Froese R. and Pauly D. (2014), сейчас отнесена к виду *Schizopyge curvifrons* Heckel, 1838], шемая *Alburnus chalcoides* (Guldenstaedt, 1772), полосатая быстрянка *Alburnoides taeniatus* (Kessler, 1874), ташкентская верховодка *Alburnoides oblongus* Bulgakov, 1923, серебряный карась *Carassius gibelio* (Bloch, 1782), сазан *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758, тибетский голец *Triplophysa stoliczkai* (Steindachner, 1866), терсский голец *T. conipterus* (Turdakov, 1954), пятнистый губач *T. strauchii* (Kessler, 1874), голец Кушакевича *Iskandaria kuschakewitschii* (Herzenstein, 1890), аральская щиповка, или сабанеевия *Sabanejewia aurata aralensis* (Kessler, 1877), обыкновенный судак *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758), туркестанский подкаменщик *Cottus spinulosus* Kessler, 1872. Также в некоторых реках выявлены чужеродные речная абботтина *Abbottina rivularis* (Basilewsky, 1855), амурский чебачек *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846), глазчатый горчак *Rhodeus ocellatus* (Kner, 1866), гамбузия *Gambusia holbrooki* (Girard, 1859), китайский бычок *Rhinogobius cheni* (Nichols, 1931).



Рис. 1. Карта-схема района исследований. 1 — Сырдарья, 2 — Карашик и Сарбас, 3 — Арыстанды, Шаян и Бугунь, 4 — Арысь, 5 — Бадам, 6 — Келес, 7 — Машат и Кулан, 8 — верховья р. Арысь, 9 — Боралдай.

Всего было обнаружено 18 аборигенных и 5 чужеродных вида рыб, что намного меньше того разнообразия, которого следовало бы ожидать по последним обобщающим сводкам для Сырдарьинского бассейна (Дукравец, Митрофанов, 1992; Решетников, Шакирова, 1993; Карпов, 2005) — около 48 видов. Точное определение существовавшего и нынешнего разнообразия затруднено в связи с разным пониманием объема вида разными авторами (Мина и др., 2006; Мина, 2008) и слабой изученностью малых рек Сырдарьинского бассейна. Водные ресурсы большинства малых рек полностью используются населением и не достигают р. Сырдарьи. Поэтому рыбное население притоков сосредоточено преимущественно в предгорных полуаридных районах. Этим, а также экологическими особенностями некоторых видов рыб во многом объясняются существенные различия в составе ихтиофауны р. Сырдарьи и ее притоков — общими видами являются лишь аборигенные плотва, сазан, жерех, серебряный карась и чужеродные псевдорасбора и горчак. Пескарь, быстрянки, маринка и гольцы ранее (Берг, 1905; Никольский, 1940) указывались для самой р. Сырдарьи, однако в настоящее время там не обитают. В малых реках не были обнаружены давно ставшие редкими сырдарьинский лжелопатонос *Pseudoscaphirhynchus fedtschenkoi* (Kessler, 1872), аральский лосось *Salmo trutta aralensis* Berg, 1908, щуковидный жерех *Aspiolucius esocinus* (Kessler, 1874), туркестанский усач *Barbus capito conocephalus* Kessler, 1872. Также не удалось найти сырдарьинского ельца *Squalius squaliusculus* (Kessler, 1872) и зеравшанского ельца *Leuciscus lehmanni* Brandt, 1852 — по совокупности морфологических признаков все отловленные нами ельцы относились к виду обыкновенный елец.

Наибольшее число видов отмечено в предгорных участках рек Келес и Арыстанды. Однако в обеих указанных реках присутствуют чужеродные виды, что может указывать на нарушение гомеостаза нативного сообщества рыб. Наименьшее видовое разнообразие отмечено в реках горного типа: Сарбас, Боралдай, Машат и Кулан. На рисунке 2 представлена дендрограмма сходства видового состава рыбного населения, построенная на основании коэффициента Соренсена. Распределение по кластерам вполне соответствует гидрологическим особенностям рек: наиболее крупные группы образованы горными реками со стремительным течением и реками с менее быстрым течением. Реки с замедленным течением в свою очередь подразделяются на группы в зависимости от протяженности водности: собственно малые реки Карашик, Арыстанды, Шаян и Бугунь по видовому составу рыб четко отличаются от верхних участков протяженных рек Бадам, Келес и Арысь.

В большинстве исследованных рек обитают ташкентская верховодка, туркестанский пескарь, обыкновенная маринка, голец Кушакевича и сабанеевия (аральская щиповка). Ташкентская верховодка и пескарь в большинстве рек многочисленны, их выборки представлены разновозрастными особями. Маринка добывается местным населением из-за вкусного мяса. Несмотря на широкое распространение только в выборках из рек Арыстанды и Келес представлены половозрелые особи, во всех остальных реках выловлено лишь по несколько экземпляров молоди. Наиболее редким видом является аральский усач. Единственный малек этого вида был встречен в р. Карашик. Прежде аральский усач населял в основном саму р. Сырдарью, но из-за чрезмерного вылова и изменения гидрологического режима стал редким.

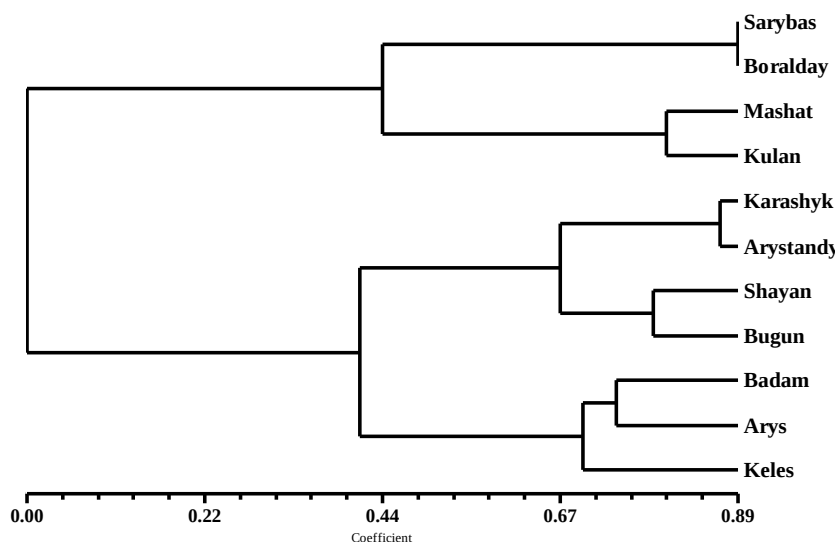


Рис. 2. Дендрограмма сходства видового состава рыб исследованных рек на основании показателя Соренсена («полносвязный» — комплексный метод).

Ниже приводятся краткие сведения о слабо изученных в казахстанской части бассейна р. Сырдарьи видах рыб.

Пятнистый губач ранее для бассейна р. Сырдарьи не указывался (Дукравец, Митрофанов, 1992; Решетников, Шакирова, 1993; Карпов, 2005). Это может быть связано как со слабой изученностью рыбного населения притоков, так и относительно недавней инвазией в результате каких-либо акклиматизационных работ других видов. Пятнистый губач был обнаружен нами в реках Келес и Арыстанды. Максимальная длина достигала 90 мм, масса тела — 5.29 г. Рыбы в обеих реках имели запасы полостного жира, развитые гонады, в выборках присутствовала молодь разных возрастов. Все это свидетельствует о хорошей обеспеченности пищей и условиях воспроизводства.

Аральская щиповка, или сабанеевия, широко распространена на равнинных и предгорных участках рек и отсутствует в горных реках с каменистым дном. Максимальный размер изученных рыб достигал 63 мм.

Голец Кушакевича населяет большинство из исследованных рек. Ранее обитание этого вида в р. Келес вызывало сомнения (Митрофанов, 1989). Проведенные исследования подтвердили обитание здесь этого вида. Наиболее крупные экземпляры длиной до 106 мм были отловлены в р. Бадам. Полученные данные позволяют предположить, что голец Кушакевича является моноциклическим видом: в сборах второй половины лета и начала осени крупные и половозрелые особи отсутствуют, по достижении возраста 2-х – 3-х полных лет все рыбы погибают. Гибель рыб происходит после нереста, который может быть растянут в условиях р. Келес с начала до конца июня. При этом большая часть икры выметывается при первом нересте (около 80–100% у шести из восьми исследованных самок).

Подкаменщики населяют лишь участки рек с сильным течением и каменистым или каменисто-галечниковым грунтом — реки Машат, Кулан, верховья р. Арысь. Систематика подкаменщиков, населяющих Сырдарьинский бассейн, вызывает дискуссию. Согласно точке зрения Л.С. Берга (1949) этот бассейн населяют три вида: туркестанский *Cottus spinulosus* Kessler, 1872, трубконосый *C. nasalis* Berg, 1933 и чаткальский *C. gobio jaxartensis* Berg, 1916 подкаменщики. Морфологический анализ большой выборки из верховий р. Арысь показал широкую изменчивость по большинству диагностических признаков и позволил Г.М. Дукравцу и др. (2002) высказать предложение о существовании здесь одного полиморфного вида — *C. spinulosus*. Морфобиологический анализ позволяет с большой долей уверенности отнести большинство отловленных нами рыб к виду туркестанский подкаменщик. Наиболее крупные особи, длиной тела до 98,5 мм были отловлены нами в р. Машат, максимальный возраст достигал 4+.

По результатам морфопатологического анализа рыб все исследованные реки характеризуются как экологически относительно благополучные — ИНС нигде не превышал 4 баллов. Таким образом, главными угрозами для сохранения естественного разнообразия рыб являются изменение гидрологического режима и прямое преследование отдельных видов.

Выводы. 1. В исследованных малых реках казахстанской части бассейна р. Сырдарьи обнаружено 18 аборигенных видов рыб. Доказано обитание пятнистого губача, гольца Кушакевича и туркестанского подкаменщика этой части бассейна.

2. Наиболее широко распространенными и массовыми видами рыб являются ташкентская верховодка и туркестанский пескарь.

3. Главными угрозами для сохранения естественного разнообразия рыб являются изменение гидрологического режима малых рек и прямое преследование отдельных видов.

Благодарности

За помощь в организации и проведении полевых работ авторы благодарят Б.П. Анненкова, директора Каратауского природного заповедника Ж.А. Адильбаева, за помощь в сборе материалов — И.Н. Магда, А.И. Корнелюка, Г.Б. Абеуову.

Исследования проведены за счет грантов № 0159ГФ и № 1657ГФ Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан.

Список литературы

- Берг Л.С. Рыбы Туркестана. С.-Петербург, 1905. 262 с.
- Дукравец Г.М., Митрофанов В.П. Видовой состав ихтиофауны Казахстана (с круглоротыми) и ее распределение по водоемам по состоянию на 1986–1990 гг. // Рыбы Казахстана. Алма-Ата: Гылым, 1992. Т. 5. С. 414–418.
- Дукравец Г.М., Митрофанов И.В., Митрофанов В.П. Морфологическая изменчивость подкаменщиков (Cottidae, Scorpaeniformes) из южного Казахстана // Selevinia. № 1–4. Almaty: Tethys, 2002. С. 25–36.
- Картов В.Е. Список видов рыб и рыбообразных Казахстана // Рыбохозяйственные исследования в Республике Казахстан: история и современное состояние. Алматы: Бастау, 2005. С. 152–168.
- Мина М.В. Виды — идеальные, реальные и выделяемые по соглашению // Сб. тр. Зоологического музея МГУ. 2008. Т. 58. С. 308–314.
- Мина М.В., Решетников Ю.С., Дгебугдзе Ю.Ю. Таксономические новшества и проблемы пользователей // Вопросы ихтиологии. 2006. Т. 46, № 4. С. 553–557.
- Митрофанов В.П. Род *Noemacheilus* — Голец // Рыбы Казахстана: в 5 т. Алма-Ата: Наука, 1989. Т. 4. С. 5–63.
- Никольский Г.В. Рыбы Аральского моря. М.: МОИП, 1940. 216 с.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
- Решетников Ю.С., Шакирова Ф.М. Зоогеографический анализ ихтиофауны Средней Азии по спискам пресноводных рыб // Вопросы ихтиологии. 1993. Т. 33, № 1. С. 37–45.
- Решетников Ю.С., Попова О.А., Кашулин Н.А., Лукин А.А., Амундсен П.-А., Сталдвик Ф. Оценка благополучия рыбной части водного сообщества по результатам морфопатологического анализа рыб // Успехи современной биологии. 1999. № 2. С. 165–177.
- Цепкин Е.А., Соколов Л.И. Ихтиофауна малых притоков Москвы-реки и ее изменения за полувековой период // Вестник МГУ. Серия 16. Биология. 2001. № 1. С. 8–12.
- Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. Изд-во Академии наук СССР, 1959. 163 с.
- Froese R., Pauly D. Editors. 2014. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version 02/2014.
- Sorensen T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant society based on similarity of species content // K. Danske Vidensk. Selsk. 1948. Vol. 5. P. 1–34.

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ ДЕБЕД (АРМЕНИЯ) И ЕЕ ОСНОВНЫХ ПРИТОКОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

А. С. Мамян Л. Р. Гамбарян

Институт гидроэкологии и ихтиологии Научный центр зоологии и гидроэкологии НАН РА, Ул. Паруйра Севака 7, 0014, Ереван, Армения, e-mail: mail: a_mamyan@mail.ru, lus-ham@yandex.ru,

Проведена оценка качества воды р. Дебед и ее основных притоков — Памбак и Дзорагет, по показателям экологического мониторинга. Выявлены основные закономерности сезонного развития фитопланктона реки и ее притоков, дана оценка сапробности планктонных водорослей. Изучены виды индикаторы, а также сукцессия доминантного комплекса основных групп фитопланктона. Количественные показатели фитопланктона на пунктах наблюдения, находящихся до городов имели более низкие показатели (численность и биомасса), чем после городов, по всей вероятности данный факт объясняется последствием воздействия антропогенного загрязнения крупных городов. Оценено качество воды р. Дебед и ее крупных притоков, по показателям сезонных изменений биогенов, показателей pH, температуры, БПК₅ и количества растворенного кислорода. Дана оценка по существующим для РА стандартам качества поверхностных вод установленным для водопользования.

Ключевые слова: водосборный бассейн, фитопланктон, биогены, виды индикаторы, сапробность.

An assessment of water quality Debed and its main tributaries Pambak and Dzoraghet provided in terms of environmental monitoring. Revealed the main patterns of seasonal development of the phytoplankton of the river and its tributaries, assessed saprobity of planktonic algae. Studied types of indicators as well as the dominant complex succession of major groups of phytoplankton. Quantitative indicators of phytoplankton at observation points located to the cities had lower rates (abundance and biomass) than after the towns. Probably, this fact is explained by the effect of the impact of anthropogenic pollution in large cities. Rated water quality of Debedriver and its major tributaries, in terms of seasonal changes of nutrients, pH temperature, BOD₅, dissolved oxygen indicators, assessed on existing standards for RA, established for quality of surface waters use.

Keywords: Catchment basin, phytoplankton, nutrients, species- indicators, saprobity.

Введение. Река Дебед является одной из крупнейших трансграничных рек, длина ее составляет около 178 км, на территории Армении — около 152 км. На сегодняшний день, водосборный бассейн реки находится под антропогенным прессом металлургического комбината, сельскохозяйственных предприятий, крупных городов. Река Дебед имеет два крупных притока: Памбак и Дзорагет и принадлежит бассейну р. Кура. Длина р. Памбак, составляет 86 км, площадь водосбора — 1370 км², берет начало с высоты 2000 м, питание смешанное: около 61% составляет питание от осадков и 39% от подземных вод. Река Дзорагет имеет длину 57 км, площадь водосбора составляет 1460 км², режим питания реки формируется от осадков около 53% и подземное питание составляет около 47%. Воды р. Дебед, используются для культурно-бытовых, гидроэнергетических, промышленных и оросительных целей (Мнацаканян и др., 2007).

Принимая во внимание трансграничное значение р. Дебед, вопросы сохранности, качества воды и рационального использования ее ресурсов носят особый характер.

Материалы и методы. Нами было изучено фитопланктонное сообщество и некоторые физико-химические параметры реки Дебед и ее притоков. Изучение фитопланктонного сообщества проводилось в весенний, летний, осенний сезоны 2012 г.

Для изучения р. Дебед и ее притоков, согласно принципам современного мониторинга, были выбраны следующие точки наблюдения: 1. р. Памбак до г. Ванадзор, 2. р. Памбак после г. Ванадзор, 3. р. Дзорагет до г. Степанаван 4. р. Дзорагет после г. Степанаван, 5. р. Дебед до г. Туманян, 6. р. Дебед после г. Алаверди, 7. р. Дебед около границы.

Сбор, консервирование и обработка водорослей проводились по стандартной методике (Абакумов, 1983). Для выяснения видовой принадлежности водорослей использовались различные определители (Киселев, 1953; Прошкина-Лавренко, Макарова, 1986; Царенко, 1990; Streble, 2002). Данные гидрохимических показателей предоставлены Центром мониторинга воздействия на окружающую среду министерства Охраны природы РА. Были определены следующие параметры: pH воды, БПК₅, количество растворенного кислорода, ионы NO₃⁻ и PO₄⁻ а также показатели температуры воды.

Результаты и обсуждение. Основу фитопланктонного сообщества р. Дебед и ее притоков составили три группы водорослей: диатомовые, которые в целом, являлись доминантами сообщества как по количественным, так и по качественным показателям, зеленые и синезеленые водоросли. Такой состав фитопланктона характерен для многих рек на территории Армении (Степанян, 2009; Хачикян и др., 2011). В результате исследований в фитопланктонном сообществе р. Дебед и ее притоках определено около 100 массовых видов водорослей.

Зеленые водоросли имели низкие количественные и качественные показатели, доминантными видами являлись *Scenedesmus quadricauda*, *S. tenuispina*, *Coelastrum microporum*. В группе диатомовых основными видами были *Melosira granulata*, *Cocconeis placentula*, *Ceratoneis arcus*, *Cymbella ventricosa*, *Navicula distans*, *N. gracilis*. В группе синезеленых преобладали виды *Spirulina platensis*, *Microcystis aeruginosa*, *Aphanothece clathrata*, *Phormidium* sp.

В весеннем планктоне р. Дебед и ее притоков средние показатели численности водорослей составили 620 000 кл/л, а биомасса составила 3.43 г/м³. Доминировали диатомовые водоросли, составляя 85% от общей численности фитопланктона и 92% от общей биомассы сообщества. Наибольшие количественные показатели фитопланктона были зарегистрированы в пункте р. Дзорагет, после г. Степанаван, составив по численности 1480000 кл/л и по биомассе 9.08 г/м³. Доминантными видами были *Melosira granulata* и *Cocconeis placentula*. Наименьшие показатели фитопланктона составили по численности 256000 кл/л и 0.83 г/м³ по биомассе на

пункте р. Дебед около границы, где также доминантами были виды *Ceratoneis arcus* и *Cymbella ventricosa* из группы диатомовых водорослей.

Средние количественные показатели фитопланктона за летний период в р. Дебед и ее притоках составили по численности 569000 кл/л и 3.12 г/м³ по биомассе. В планктоне доминировали диатомовые водоросли, которые составили около 81% от общей численности сообщества и 92% от общей биомассы. В летний период в планктоне наблюдалось увеличение доли синезеленых водорослей. Если весной они составляли 13% от общей численности сообщества, то летом они составили 16% от общей численности. Максимальные показатели фитопланктона по численности 768000 кл/л и 4.58 г/м³ были зарегистрированы на пункте р. Дебед около границы. Доминантными видами группы диатомовых были *Navicula gracilis*, *N. distans*, *N. hungarica*, *Cocconeis placentula*. Минимальные показатели по численности и биомассы составили 64000 кл/л и 0.44 г/м³ на пункте р. Дзорагет до г. Степанаван, доминировали диатомовые виды водорослей *Navicula hungarica* и *Cocconeis placentula*.

Средние показатели фитопланктона в осенний период р. Дебед и ее притоков составили по численности 620000 кл/л и 3.43 г/м³ по биомассе. Доминировали диатомовые водоросли (составляя 71% общей численности и 87% общей биомассы), однако наблюдалась тенденция дальнейшего увеличения доли синезеленых в сообществе, которые достигли 25% от общей численности и 10% от общей биомассы. Осенью наибольшие показатели численности и биомассы в планктоне были зарегистрированы на пункте р. Дебед около границы, составив 1328000 кл/л и 5.34 г/м³. Доминантами по количественному развитию в группе диатомовых были *Diatoma vulgare*, *Fragilaria construens*, *Navicula distans*, *N. gracilis*. Сравнительно высокие количественные показатели (464000 кл/л и 1.05 г/м³) были зарегистрированы у синезеленых водорослей. Доминировали виды *Aphanothece clathrata*, *Phormidium* sp., *Spirulina platensis*, наибольшие показатели были у вида *Aphanothece clathrata*. Развитие синезеленых в данном пункте совпало с повышенными показателями температуры (32°C), а также повышенным содержанием органических веществ в воде (табл. 1 и 4). Наиболее низкие количественные показатели зарегистрированы в пункте р. Памбак, до г. Ванадзор, где доминантными видами диатомовых водорослей были *Navicula gracilis*, *N. hungarica* и *Cocconeis placentula*.

Максимальные количественные показатели группы диатомовых водорослей (1480000 кл/л и 9.08 г/м³) были зарегистрированы на пункте р. Дзорагет после г. Степанаван весной, а минимальные показатели — в октябре на пункте р. Дзорагет до г. Степанаван, составив 8000 кл/л и 0.07 г/м³. На данном пункте наблюдалось уменьшение количественных показателей нитрат иона, что по всей вероятности связано с тем, что данная форма наиболее хорошо поглощается со стороны водной растительности (Никаноров, 2001). Количественные показатели зеленых водорослей колебались в пределах от 16000–96000 кл/л по численности и от 0.01–0.43 г/м³ по биомассе. Максимальные значения численности и биомассы наблюдались в августе на пункте наблюдения р. Дебед около границы, а наименьшие — на пункте наблюдения р. Дебед до г. Туманян. Максимальные значения синезеленых водорослей по численности (296000 кл/л) и по биомассе (0.59 г/м³) зарегистрированы в августе на пункте наблюдения р. Памбак после г. Ванадзор, а минимальные показатели (8.000 кл/л и 0.02 г/м³) — также в августе на пунктах до городов Степанаван и Ванадзор.

В исследуемый период температура воды в реках была в пределах от 10.2–32.0°C (табл. 1).

Таблица 1. Сезонные показатели средней температуры (°C) на исследуемых пунктах наблюдения

Сезон	Пункты наблюдения						
	1	2	3	4	5	6	7
Весна	14.1	10.2	8.6	10.7	11.3	11.6	13.7
Лето	25.3	21.4	20.8	18.0	18.4	19.8	22.2
Осень	25.0	29.0	21.0	24.0	18.0	27.0	32.0

Показатели растворенного в воде кислорода находились в пределах от 5.1–10.3 мгО₂/л (табл. 2), что является допустимым для разведения карповых рыб (> 5) и орошения (> 4) по качественному стандарту поверхностных вод установленных правительством РА (согласно решению от 27.01.2011 г. N 75).

Таблица 2 Сезонные изменения показателей растворенного кислорода (мгО₂/л) на исследуемых пунктах наблюдения

Сезон	Пункты наблюдения						
	1	2	3	4	5	6	7
Весна	5.1	9.2	7.6	8.0	8.9	8.8	9.6
Лето	10.2	8.6	7.7	7.3	5.9	7.0	6.8
Осень	8.0	9.3	8.1	7.8	9.0	10.3	9.3

В летний месяц, за исключением пункта р. Памбак до г. Ванадзор, наблюдалось уменьшение количества растворенного кислорода, а осенью увеличение показателей. Сезонные колебания показателей растворенного кислорода, объясняются уменьшением растворимости кислорода в летний период, в связи с повышением температуры воды (Никаноров, 2001).

Изменения показателей pH были в пределах от 6.8–8.8 (табл. 3). В целом, в летний период наблюдалось увеличение показателей pH, что объясняется активным фотосинтезом водной растительности, вследствие которого в воде уменьшается количество CO₂, в результате чего увеличивается показатели pH воды (Никаноров, 2001).

Таблица 3. Сезонные показатели изменения рН на исследуемых пунктах

Сезон	Пункты наблюдения						
	1	2	3	4	5	6	7
Весна	8.2	8.8	7.6	7.8	7.8	7.3	7.9
Лето	7.9	8.5	8.7	8.3	8.7	8.5	8.8
Осень	7.9	8.5	6.8	8.2	8.1	8.4	8.4

Показатели биологического потребления кислорода (БПК₅) колебались в пределах 1.3–3.1 мг/л (табл. 4), что является допустимым по качественному стандарту поверхностных вод установленных для разведения карповых рыб (9 мг/л) и орошения (11 мг/л) установленный правительством РА (согласно решению от 27.01.2011 г. N 75).

Таблица 4. Средние сезонные показатели изменения БПК₅ (мг/л) на исследуемых пунктах

Сезон	Пункты наблюдения						
	1	2	3	4	5	6	7
Весна	2.6	1.3	1.8	2.7	1.7	2.2	3.3
Лето	1.7	1.8	1.7	0.8	1.3	1.8	1.6
Осень	1.9	3.1	3.5	2.7	1.7	3.0	3.1

По среднегодовым показателям БПК₅ на пунктах наблюдения 1, 2, 4 вода соответствовала по эколого-санитарной классификации 3 классу — удовлетворительной чистоты, разряду 3б — слабо загрязненная, вода на 5 пункте наблюдения соответствовала 3 классу — удовлетворительной чистоты, разряду 3а — достаточно чистая, а на пунктах 3, 6, 7 соответствовала 4 классу — загрязненная, разряду 4б — слабо загрязненная (Барина и др., 2006).

Показатели нитрат ионов колебались в пределах 0.01–3.24 мг/л (табл. 5). В исследуемых реках количество нитрат иона имеет довольно низкие показатели по сравнению с качественным стандартом поверхностных вод для разведения карповых рыб (5.6 мг/л) и орошения (11.3 мг/л) установленных правительством РА (согласно решению от 27.01.2011 г. N 75).

Таблица 5. Среднесезонные показатели NO₃⁻ (мг/л), на исследуемых пунктах наблюдения

Сезон	Пункты наблюдения						
	1	2	3	4	5	6	7
Весна	1.89	3.24	0.22	0.65	1.78	1.19	0.91
Лето	0.77	0.16	0.01	1.14	0.60	0.62	0.62
Осень	0.70	0.29	0.04	1.28	0.60	0.62	0.79

По содержанию нитрат ионов вода пунктов 1 и 2 соответствовала 3 классу — удовлетворительной чистоты, разряду 3б — слабо загрязненная, пункта 3 — 2 классу, разряду 2а — очень чистая, пунктов 4–7 — 3 классу — удовлетворительной чистоты, разряду 3а — достаточно чистая (Барина и др., 2006).

Количество фосфат иона в воде колебалось в пределах 0.01–0.34 мг/л (табл. 6), по качественному стандарту поверхностных вод для разведения карповых рыб (0.2 мг/л) и орошения (0.4 мг/л) установленных правительством РА (согласно решению от 27.01.2011 г. N 75).

Таблица 6. Средние показатели PO₄⁻ (мг/л) по сезонам, на исследованных пунктах

Сезон	Пункты наблюдения						
	1	2	3	4	5	6	7
Весна	0.16	0.14	0.07	0.20	0.12	0.34	0.11
Лето	0.11	0.11	0.02	0.41	0.11	0.26	0.16
Осень	0.12	0.12	0.12	0.08	0.01	0.01	0.02

В исследованных реках показатели минерального азота и фосфора подвергались сезонным изменениям, их количество уменьшилось летом, что обусловлено активной ассимиляцией со стороны растений. Исключение составили показатели на пункте находящемся после г. Степанаван, где летом количество биогенов увеличилось, что, по всей вероятности, обусловлено влиянием г. Степанаван.

По содержанию фосфат ионов вода на пунктах 1, 2, 5 соответствует 3 классу — удовлетворительной чистоты, разряду 3а — достаточно чистая, на пунктах 3 и 7 — 2 классу, разряду 2б — вполне чистая, на пунктах 4 и 6 — 3 классу — удовлетворительной чистоты, разряду 3б — слабо загрязненная (Барина и др., 2006).

Заключение. 1. В фитопланктонном сообществе основных рек Памбак и Дзорагет, а также в самой р. Дебед доминантной группой являлись диатомовые водоросли. 2. Количественные показатели фитопланктона на пунктах наблюдения, находящихся до городов имели более низкие показатели, чем после городов. По всей вероятности данный факт объясняется последствием воздействия антропогенного загрязнения крупных городов. 3. По показателям динамики среднегодовых значений NO₃⁻, PO₄⁻, БПК₅ воды р. Памбак характеризовались от достаточно чистая – слабо загрязненная, р. Дзорагет — от очень чистая – слабо загрязненная, а воды р. Дебед — от вполне чистая – слабо загрязненная. Количество биогенов, БПК₅ и растворенного кислорода в исследуемый период не превышало показатели, принятого стандарта поверхностных вод по рыбохозяйственному и бы-

товому водопользованию для РА. 4. Для оценки качества воды по видам-индикаторам фитопланктона в сообществе преобладали олиго- и бета- мезосапробные водоросли, что является свидетельством наличия слабого органического загрязнения в р. Дебед и ее притоках.

Список литературы

- Абакумов В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеониздат, 1983. С. 78–86.
- Барина С.С., Медведева Л.А., Анасимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив, 2006. 498 с.
- Руководство по качественному стандарту поверхностных вод, установленных для водопользования правительством РА (согласно решению от 27.01.2011 г. N 75).
- Киселев И.А., Зинова А.Д., Курсанов Л.И. Определитель низших растений. Водоросли. М.: Сов. Наука, 1953. Т. 2. 312 с.
- Мнацаканян Б.П., Тадевосян Г.П. Воды и климат Лори. Ванадзор: Издательство СИМ, 2007. 290 с.
- Никаноров А.М. Гидрохимия. С-Пб: Гидрометеониздат, 2001. С. 226–245.
- Прошкина-Лавренко А.И., Макарова И.В. Водоросли планктона Каспийского моря. Л.: Наука, 1986. 205 с.
- Степанян Л.Г. Гидробиологические и гидрохимические исследования ереванского участка реки Раздан: Автореф. канд. дисс. Ереван, 2009. 22 с.
- Хачикян Т.Г., Гамбарян Л.Р., Оганесян Р.О., Мкртчян Ж.Г. Сезонная динамика фитопланктонного сообщества основных притоков озера Севан // Биол. Журнал Арм. 2011. Т. 4 (64). С. 78–81.
- Царенко П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. Киев: Наукова думка, 1990. 206 с.
- Streble H., Krauter D. Das Leben im Wassertrofen. Prague, 2002. 415 p.

УДК 574.58

ТРАНСФОРМАЦИЯ ИХТИОФАУНЫ РЕКИ МОКРАЯ СУРА (ДНЕПРОПЕТРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ, УКРАИНА)

О. Н. Маренков

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара,
пр. Гагарина, 72, г. Днепропетровск, Украина, 49010, e-mail: gidrobs@yandex.ru

Исследована ихтиофауна р. Мокрая Сура (Днепропетровская область, Украина). За последние 10 лет изменился видовой состав ихтиофауны реки за счет выпадения одних видов и появления других, более пластичных видов. В современной ихтиофауне доминирует лимнофильный комплекс, высокими показателями численности и биомассы характеризуются непромысловые виды рыб, нарушено соотношение трофических групп.

Ключевые слова: малые реки, ихтиофауна, река Мокрая Сура, рыбы.

Investigated the fish fauna of the river Mokra Sura (Dnepropetrovsk, Ukraine). Over the past 10 years has changed the species composition of fish fauna of the river due to loss of some species and the emergence of other, more plastic species. In modern fish fauna dominated the limnophilic complex, a high abundance and biomass are characterized by non-target species of fish, disturbed the ratio of trophic groups.

Keywords: small rivers, fish fauna, the river Mokra Sura, fish.

Введение. Современная хозяйственная деятельность человека обусловила экологический кризис малых рек Днепропетровской области. Произошло сокращение и нарушение их водного баланса. Наблюдается поступление загрязнений с поверхностным стоком, сточными водами промышленных и хозяйственно-бытовых предприятий, что привело к ухудшению качества воды. В некоторых случаях она стала не пригодной не только для питьевого водобеспечения, но и для технических и сельскохозяйственных нужд. Подобная деградация среды обитания нарушает биологический баланс речных экосистем, что приводит к исчезновению функционально важных видов сообществ гидробионтов, которые обеспечивают процессы самоочищения и жизни рек.

В настоящее время некоторые реки Днепропетровской области либо прекратили свое существование, либо превращены в сточные каналы или отстойники промышленных, сельскохозяйственных и бытовых отходов. К таким рекам относится и Мокрая Сура, протекающая вблизи крупнейшего промышленного центра — г. Днепропетровска. На всем протяжении река загрязняется поверхностным стоком, несущим, наряду с плодородной почвой, смываемой с полей, минеральные удобрения и ядохимикаты. В нижнем течении, в зоне вклинивания подпора Запорожского водохранилища, положение усугубляется поступлением в реку сточных вод группы промышленных предприятий г. Днепропетровска. Гидрологический режим в зоне ее подпора нарушен, что обусловило здесь концентрацию мощнейших иловых отложений — потенциальных аккумуляторов различных токсикантов антропогенного происхождения: тяжелых металлов, радионуклидов, нефтепродуктов, пестицидов и т.д. Река значительно обмелела, идут интенсивные процессы ее зарастания водными макрофитами, что ведет к вторичному ее биологическому загрязнению.

Изучение видового состава ихтиофауны малых рек представляет собой часть комплексных исследований рыб в условиях антропогенного воздействия, а также имеет важное значение для сохранения биоразнообразия водных экосистем. Целью исследований было изучение и экологическая оценка трансформации видового состава рыб р. Мокрая Сура, правого притока Запорожского водохранилища (Днепропетровская область, Украина).

Материалы и методы. Объектом исследований были разновозрастные рыбы р. Мокрая Сура на участке нижнего течения — от подпора Запорожского водохранилища (рис. 1, точка Б) до моста в пос. Братское участка трассы Днепропетровск–Запорожье (рис. 1, точка А).

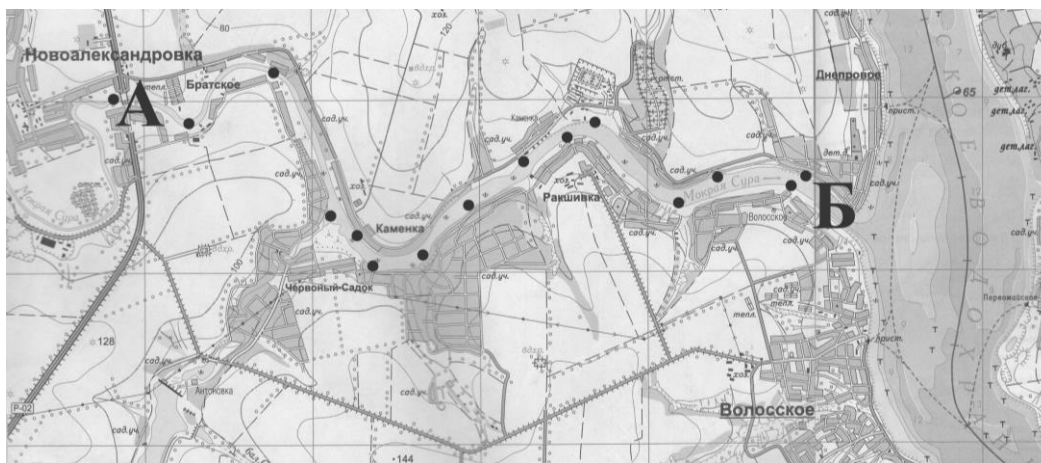


Рис. 1. Расположение р. Мокрая Сура и точки отбора проб.

Материал собирался на протяжении 2010–2013 гг. стандартным набором контрольных орудий лова (порядок ставных сетей с шагом ячеи $a = 30\text{--}120$ мм). Молодь рыб отлавливалась в третьей декаде июня – первой декаде августа мальковой волокушей длиной 10 м. Обработку ихтиологических материалов проводили согласно общепринятым методикам (Правдин, 1966; Методика збору ..., 1998).

Оценка изменения видового состава ихтиофауны р. Мокрая Сура на разных этапах ее существования производилась с использованием неопубликованных архивных материалов лабораторных журналов за 1992 г., любезно предоставленные сотрудниками кафедры общей биологии и водных биоресурсов Днепропетровского национального университета им. Олеся Гончара (ДНУ) и лаборатории гидробиологии, ихтиологии и радиобиологии НИИ биологии ДНУ.

Для экологической оценки трансформации видового состава рыбных сообществ использовали коэффициент видовой общности — индекс Жаккара (K_j) (Мэгарран, 1992). Статистическую обработку данных производили по общепринятым методикам с использованием программных пакетов для персональных компьютеров Microsoft Excel 2007 и STATISTICA.

Краткая географическая и гидроэкологическая характеристика территории бассейна р. Мокрая Сура. Мокрая Сура является правым притоком Днепра и впадает в него на 390 км от устья. Общая длина реки 136 км, площадь водосбора 2830 га, количество притоков — 7. Среднегодовой сток р. Мокрой Суры составляет 96 млн. м³/год, из которого практически половина приходится на сточные воды.

Бассейн р. Мокрая Сура по физико-географическому районированию Украины относится к Сурско-Днепровскому эрозийному району степной области Южных острогов Днепровской возвышенности Правобережно-Днепровской северно-степной провинции и располагается в его южной части. Геологическое строение, почвенный покров и антропогенное освоение бассейна р. Мокрая Сура являются определяющими факторами, формирующими состав донных отложений реки, их свойств и происходящих в них физико-химических и биологических процессов.

Основными загрязняющими предприятиями бассейна р. Мокрая Сура выступают: ОАО «Завод Днепропресс», ЗАО «Элста», «Производственное объединение Южный машиностроительный завод им. А.М. Макарова», ООО «Украинский завод сверхкрупногабаритных шин», Коммунальное предприятие «Днепрводоканал», которые сбрасывают как сточные воды без очистки, так и недостаточно очищенные сточные воды круглогодично.

На протяжении последних 5 лет содержание загрязняющих веществ в воде р. Мокрая Сура существенно не изменяется, в отличие от некоторого колебания содержания железа, цинка, БПК₅, фосфатов, хлоридов, нефтепродуктов и нитратов. Среднегодовое содержание БПК₅ — до 6.3 мг/л, взвешенных веществ — до 28.42 мг/л, нефтепродуктов — до 0.43 мг/л, кадмия — до 0.0036 мг/л в 1.4–3.6 раз выше нормативов ПДК для водоемов культурно-бытового водопользования. Количество нитритов — до 0.427 мг/л, ХПК — до 28.8 мг/л, аммония — 0.59 мг/л, фосфатов — до 1.5 мг/л, железа — до 0.3 мг/л, ПАВ — 0.07 мг/л, цинка — до 0.013 мг/л, хрома — до 0.02 мг/л, никеля — 0.027 мг/л, марганца — до 0.03 мг/л, что в среднем превышает нормативы рыбохозяйственных ПДК в 1.2–8.8 раз.

Результаты и их обсуждение. В прошлом р. Мокрая Сура являлась эффективным нерестилищем для многих видов рыб. В настоящий момент эффективность нерестилищ сведена на нет интенсивным загрязнением сточными водами промышленных предприятий и хозяйственно-бытовыми стоками г. Днепропетровска, а также перегораживанием русла реки дамбами без достаточных водопропускных сооружений. Кроме этого, в устьевой части реки, по обоим берегам, без наличия какой-либо водоохраной зоны созданы и создаются постройки сельскохозяйственного значения. Участки подходят вплотную к урезу воды. По берегу встречается большое количество кладок для проведения, как любительской, так и браконьерской, рыбной ловли, что создает дополнительное рекреационное давление на сообщества рыб.

Вклинивание подпора Запорожского водохранилища распространяется до моста в пос. Братское (участок трассы Днепропетровск-Запорожье) — это нижнее течение р. Мокрая Сура. Видовое разнообразие и численность рыб на этом участке во многом обусловлены влиянием ихтиокомплекса Запорожского водохранилища.

Данными многолетних исследований сотрудников кафедры общей биологии и водных биоресурсов и НИИ биологии (архивные материалы лабораторных журналов и отчетов 1986–1990 гг.) видовой состав нижнего участка определен в 18 видов. По данным исследований, проведенных сотрудниками ДНУ в экспедициях в 1992 г. на нижнем русле р. Мокрая Сура зарегистрировано 13 видов рыб, принадлежащих к 5 семействам: Cyprinidae — 6, Percidae — 3, Gobiidae — 2, Cobitidae — 1, Esocidae — 1. На современном этапе (2010–2013 гг.) видовой состав рыб р. Мокрая Сура насчитывает 27 видов рыб (табл. 1), принадлежащих к 9 семействам, в том числе: Cyprinidae — 15, Gobiidae — 4, Percidae — 2, Syngnathidae — 1, Cobitidae — 1, Esocidae — 1, Clupeidae — 1, Centrarchida — 1, Siluridae — 1.

Таблица 1. Видовой состав ихтиофауны р. Мокрая Сура на разных этапах ее существования

№	Виды рыб	Происхождение	Численность	
			1992	2010–2013
Clupeidae				
1.	<i>Clupeonella cultriventris</i> (Nordmann, 1840)	Adi	-	++
Cyprinidae				
2.	<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	Ab	++	+
3.	<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	Ab	+++	++++
4.	<i>Aspius aspius</i> (Linnaeus, 1758)	Ab	-	*
5.	<i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)	Ab	+	++
6.	<i>Carassius auratus gibelio</i> (Bloch, 1782)	Ada	+	++++
7.	<i>Carassius carassius</i> (Linnaeus, 1758)	Ab	-	-
8.	<i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes, 1844)	Ada	-	*
9.	<i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758)	Ab	-	+
10.	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844)	Ada	-	*
12.	<i>Leucaspis delineatus</i> (Heckel, 1843)	Ab	-	+
13.	<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et Schlegel, 1846)	Adi	-	++
14.	<i>Rhodeus sericeus</i> (Pallas, 1776)	Ab	-	++
15.	<i>Rutilus heckelii</i> (Nordmann, 1840)	Ada	++++	-
16.	<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	Ab	-	+++
17.	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)	Ab	++	++
18.	<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	Ab	-	*
19.	<i>Tinca tinca</i> (Linnaeus, 1758)	Ab	-	*
Cobitidae				
20.	<i>Cobitis taenia</i> (Linnaeus, 1758)	Ab	+	+
Siluridae				
21.	<i>Silurus glanis</i> (Linnaeus, 1758)	Ab	-	*
Esocidae				
22.	<i>Esox lucius</i> (Linnaeus, 1758)	Ab	*	++
Syngnathidae				
23.	<i>Syngnathus abaster</i> (Risso, 1827)	Adi	-	+
Centrarchida				
24.	<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	Adi	-	+
Percidae				
25.	<i>Gymnocephalus cernua</i> (Linnaeus, 1758)	Ab	*	-
26.	<i>Perca fluviatilis</i> (Linnaeus, 1758)	Ab	+++	++
27.	<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	Ab	*	+
Gobiidae				
28.	<i>Babka gymnotrachelus</i> (Kessler, 1857)	Ab	+	*
29.	<i>Mesogobius batrachocephalus</i> (Pallas, 1814)	Adi	-	*
30.	<i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas, 1814)	Adi	-	+
31.	<i>Neogobius fluviatilis</i> (Pallas, 1814)	Ab	++	+
Всего:			13	27
Индекс Жаккара, K _j			0.38	

Примечание: ++++ — массовый вид, +++ — широко распространенный вид; ++ — умеренно численный, + — малочисленный вид, * — единичные случаи вылова, — — вид в уловах не регистрировался. Ab — аборигенный вид, Ada — адвентивный вид (акклиматизированный или был на стадии акклиматизации), Adi — адвентивный вид, аутакклиматизированный.

Экологическая оценка видового разнообразия рыб по индексу видового сходства Жаккара показала существенное различие видового состава рыбных сообществ. Таким образом, за 10 лет изменился видовой состав ихтиофауны р. Мокрая Сура за счет выпадения одних видов и появления других, более пластичных видов. Увеличение численности видов связано с рядом обстоятельств. Во-первых, после исчезновения Днепровских порогов и повышения минерализации воды начался процесс саморасселения, в результате которого в Запорожское водохранилище с южных регионов попали такие виды рыб как *A. pontica*, *G. aculeatus*, *S. abaster*, *N. melanostomus*, *M. batrachocephalus*, *P. kessleri*, *A. boyeri*, *C. cultriventris*, *B. stellatus*. Из водохранилища *S. abaster*, *N. melanostomus*, *M. batrachocephalus* и *C. cultriventris* попали в устьевую часть р. Мокрая Сура и благодаря явлению обратного течения, вызванного изменением уроневого режима водохранилища из-за работы

Запорожской ГЭС, данные виды распространились выше по течению реки. Во-вторых, с процессом вселения рыб с целью рыбохозяйственной эксплуатации водохранилища: *C. idella*, *H. molitrix*, *C. auratus gibelio*. Вместе с зарыбком растительных рыб дальневосточного комплекса в водохранилище попал *P. parva*, который акклиматизировался и расширил свой ареал по всей акватории Запорожского водохранилища и его придаточных речных системах, в том числе и в р. Мокрая Сура. С целью направленного влияния на формирование промысловой ихтиофауны Запорожского водохранилища, учитывая достаточное развитие природной кормовой базы, в 1950–1960 гг. проводились работы по вселению *R. heckeli*. Вселение *R. heckeli* проводилось на стадии производителей, которых вылавливали в Днепровско-Бугском лимане, мальков и икры (Биологическое разнообразие ..., 2008). Вид успешно прижился, расширил свой ареал и стал генотипической основой современной популяции *R. rutilus*. Это объясняет тот факт, что в 1992 г. в р. Мокрая Сура массово отмечается вид *R. heckeli*, а на современном этапе отмечается доминирование *R. rutilus*, но вопрос видовой принадлежности рыб рода *Rutilus* требует более углубленного изучения. В-третьих, появление новых видов в результате умышленного выпуска рыб в природные водоемы. Подобным образом в Мокрой Сура появился *L. gibbosus* — североамериканский вселенец, который распространился по водоемам Днепропетровской области (Федоненко, 2013; Новицкий, 2010). Процесс инвазии чужеродных видов неразрывно связан с генезисом ихтиофауны всего бассейна р. Мокрая Сура и Запорожского водохранилища в целом. Формирование ихтиофауны продолжается и на современном этапе существования реки.

Таким образом, структура ихтиоценоза р. Мокрая Сура свидетельствует о ее значительной нарушенности: доминирует лимнофильный комплекс, высокими показателями численности и биомассы характеризуются непромысловые виды, нарушено соотношение трофических групп. Нижнее течение реки, являвшееся в прошлом мощным нерестилищем, в настоящее время утратило свою репродуктивную функцию. В настоящий момент в весенний период наблюдается концентрация производителей в устьевой части реки, однако эффективность нереста сводится к нулю из-за интенсивным загрязнением промышленными сточными водами, отсутствием достаточного количества нерестового субстрата и весенним понижением уровня воды в результате работы Запорожской ГЭС. В целом, проследить генезис ихтиофауны р. Мокрая Сура не представляется возможным в связи с отсутствием литературных данных.

Выводы. На современном этапе в р. Мокрая Сура наблюдаются процессы деградации нерестовых и нагульных площадей, характерными признаками которых являются: обмеление, заиление, дефицит кислорода, загрязнение органическими и токсическими веществами, чрезмерное зарастание водной растительностью.

Нижний участок Мокрой Суры находится под значительной рекреационной и промысловой нагрузкой — на данном участке круглогодично происходит промысловый, любительский и браконьерский вылов рыбы.

За 10 лет изменился видовой состав ихтиофауны р. Мокрая Сура за счет выпадения одних видов и появления других, более пластичных видов. В современной ихтиофауне реки доминирует лимнофильный комплекс, высокими показателями численности и биомассы характеризуются непромысловые виды рыб, нарушено соотношение трофических групп.

Список литературы

- Биологическое разнообразие Украины. Днепропетровская область. Круглоротые (Cyclostomata). Рыбы (Pisces) // Под общ. ред. проф. А.Е. Пахомова. Днепропетровск: Изд-во Днепропетр. Ун-та, 2008. 304 с.
- Методика збору і обробки іхтіологічних і гідробіологічних матеріалів з метою визначення лімітів промислового вилову риби з великих водосховищ і лиманів України // С.П. Озінковська, В.М. Єрко, Г.Д. Коханова та ін. К.: ІРГ УААН, 1998. 47 с.
- Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение: Пер. с англ. М.: Мир, 1992. 181 с.
- Новицкий Р.О. Нові види гідробіонтів-аутовселенців у Дніпровському водосховищі // ISSN 2078-2357. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія Біологія. 2010. № 2 (43). С. 373.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищ. пром-сть, 1966. 376 с.
- Федоненко Е.В., Маренков О.Н. Расселение, пространственное распространение и морфологическая характеристика солнечного окуня *Lepomis gibbosus* (Centrarchidae, Perciformes) Запорожского водохранилища // Российский журнал биологических инвазий. 2013. № 2. С. 51–59.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМАРОВ-ЗВОНЦОВ (СЕМ. CHIRONOMIDAE) ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕК КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. А. Масюткина, М. Н. Шибаева

ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»
г. Калининград, Советский пр-т, 1, 236000, masyutkinaea@gmail.com

Одним из основных факторов, влияющих на изменение количественных и качественных характеристик фауны комаров-звонцов, является степень проточности водотока. В соответствии с этим водотоки области были разделены на три группы. Для каждой группы приводятся отличительные особенности в фауне хирономид. Известно, что личинки комаров-звонцов могут быть хорошими показателями качества воды. Для водоемов Калининградской области был предложен модифицированный хирономидный индекс. Он показал большую сопоставимость результатов с другими гидробиологическими и гидрохимическими показателями по сравнению с классическим вариантом.

Ключевые слова: реки, Калининградская область, хирономиды, качество воды.

One of the main factors that affect the change of quantitative and qualitative characteristics of chironomid fauna, is the extent of flowage watercourse. Therefore river Kaliningrad region were divided into three groups. For each group were given the distinctive features of the fauna of chironomids. It is known that mosquito larvae chironomid can be good indicators of water quality. The rivers

of the Kaliningrad region was proposed modified chironomid index. He showed greater comparability of results with other hydrobiological and hydrochemical indicators in comparison with the classical index.

Keywords: river, Kaliningrad region, Chironomidae, water quality.

Личинки комаров-звонцов сем. Chironomidae являются неотъемлемой частью донной фауны. По разнообразию видов и численности они нередко превалируют над другими группами зообентоса. Некоторые виды способны выдерживать значительное загрязнение, а некоторые, наоборот, очень чувствительны к изменению качества воды. Все это делает их хорошими индикаторами экологического состояния рек и озер.

В Калининградской области (рис. 1) с 2006 по 2012 гг. на 16 водоемах и 47 водотоках [4, 5], было идентифицировано 448 таксономических единиц зообентоса, среди которых 136 видов принадлежат хирономидам из 5 подсемейств: Chironominae, Diamesinae, Orthoclaadiinae, Prodiamesinae и Tanypodinae. В 46 средних и малых реках области найдено 128 видов хирономид. Наибольшим видовым богатством обладает подсемейство Chironominae (72 вида), что является характерным для большинства водных объектов Европейской части России [1]. Достаточно разнообразны Orthoclaadiinae (39 видов). Меньше всего видов приходится на подсемейства Tanypodinae (10 видов), Prodiamesinae (3 вида) и Diamesinae (4 вида).

Одним из решающих факторов, оказывающих влияние на распределение и разнообразие личинок комаров-звонцов в водотоках, является степень их проточности. В соответствии со скоростями течения водотоки Калининградской области были разделены на 3 группы:

- в первую группу вошли реки, характеризующиеся замедленным течением (менее 0.2 м/с) в течение всего года. В отдельные периоды часть этих водотоков вообще не имеет стока. Для этих рек характерны илистые, илисто-песчаные грунты с растительными остатками. Периодически наблюдался дефицит кислорода, особенно в летний и зимний периоды.
- вторая группа включает водотоки со средней скоростью течения 0.2–0.4 м/с. Во время половодий и паводков скорость течения некоторых рек этой группы может увеличиваться до 1 м/с, а при летней и зимней межени снижаться до 0.15 м/с. В водотоках второй группы грунты преимущественно песчаные, местами илистые, местами галечные.
- третья группа представлена самыми быстротечными водотоками, скорость течения которых на протяжении всего года превышает 0.4 м/с. Грунты преимущественно песчано-галечные, а в р. Шешупе местами глинистые. Быстротечные водотоки характеризуются более высоким содержанием кислорода в течение всего года.



Рис. 1. Схема отбора проб.

В быстротечных водотоках отмечено большее разнообразие личинок комаров-звонцов (рис. 2а). В этих реках разнообразие подсемейства Orthoclaadiinae в два раза выше, чем в реках первой группы, кроме того богаче представлены Chironominae трибы Tanytarsini. Наибольшим богатством фауны хирономид отличались следующие реки: Шешупе (59 видов), Тыльжа (35 видов), Инструч (34 вида), Анграпа (33 вида), Мамоновка (20 видов), Матросовка (22 вида).

С увеличением проточности возрастало не только разнообразие личинок комаров-звонцов подсемейства Orthoclaadiinae и трибы Tanytarsini п/сем. Chironominae, но и частота встречаемости видов этих подсемейств (рис. 2б). Виды из п/сем. Prodiamesinae чаще встречались в реках со средними скоростями. В целом же во всех водотоках выше частота встречаемости представителей п/сем. Chironominae и Tanypodinae.

В реках с замедленным течением чаще других можно было встретить *Chironomus plumosus* (L.), *Dicrotendipes nervosus* (Staeger), *Procladius choreus* (Meig.) и *Procladius ferrugineus* (Kief.), а также *Polypedilum convictum* (Walk.), *Glyptotendipes gripekoveni* (Kief.), *Microtendipes pedellus* (De Geer). Первые 4 вида выдерживают сильное загрязнение и их часто можно обнаружить в реках загрязненных коммунально-бытовыми и промышленными стоками [1]. Вышеперечисленные виды в реках третьей группы встречались крайне редко или не были найдены вообще. В быстротечных водотоках наиболее часто можно обнаружить реофильные виды из

п/сем. Chironominae — *Polypedilum scalaenum* (Schrank), *Harnischia curtilamellata* (Malloch), *Cladotanytarsus mancus* (Walk.), *Cryptotendipes nigronitens* (Edwards), *Rheotanytarsus* sp. (Thienemann), *Stictochironomus crassiforceps* (Kief.), из представителей п/сем. Orthocladiinae — *Epoicocladus flavens* (Malloch), а из п/сем. Tanypodinae — *Thienemannimyia* sp. (L.). В водотоках со средней скоростью течения чаще встречались представители п/сем. Prodiamesinae — *Prodiamesa olivacea* (Meig.) и *P. rufovittata* (Goetgh.), а также виды, характерные для первой и второй групп водотоков: *M. pedellus*, *P. scalaenum* и *P. convictum*, *Cryptochironomus defectus* (Kief.), *P. ferrugineus* и *Thienemannimyia* sp. С изменением проточности водотоков связано и изменение количественных показателей фауны комаров-звонцов. Установлено, что при увеличении скорости течения относительная и абсолютная численность и биомасса хирономид снижаются. Так, в медленнотекущих водотоках численность хирономид достигала 850 экз./м², а биомасса — 2,6 г/м². Причем, около 85% и 90% численности и биомассы приходилось на п/сем. Chironominae (рис. 3), в основном на крупные личинки *Ch. plumosus*.

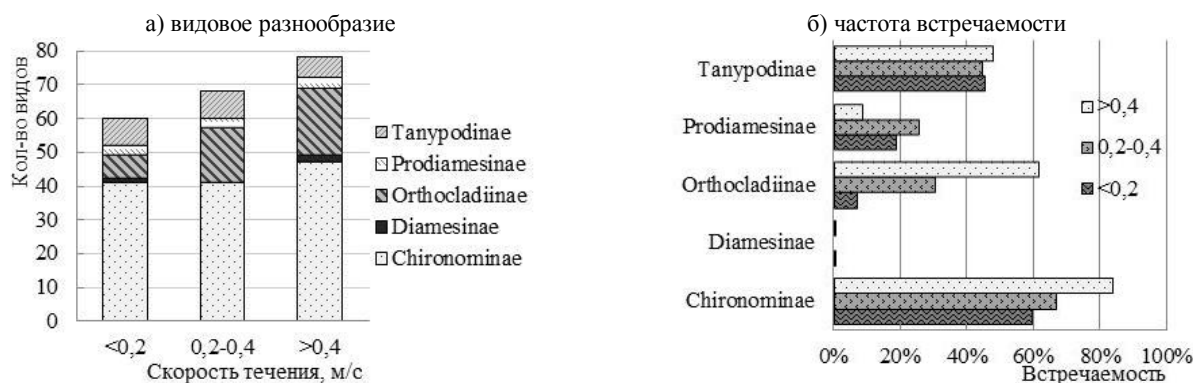


Рис. 2. Частота встречаемости и видовое разнообразие личинок хирономид.

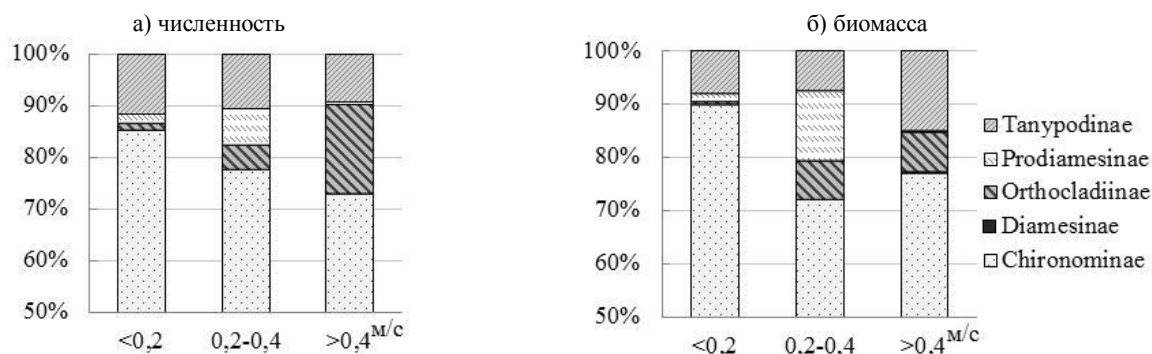


Рис. 3. Численность и биомасса подсемейств хирономид в реках с разной скоростью течения.

В водотоках со средней скоростью течения 0,2–0,4 м/с хирономиды представлены меньшим количеством — около 350 экз./м², а их биомасса не превышала 0,7 г/м². Здесь также преобладают по численности и массе п/сем. Chironominae, но несколько выше эти показатели для п/сем. Orthocladiinae и Prodiamesinae.

В самых быстротечных реках значения численности и биомассы личинок еще ниже (140 экз./м² и 0,12 г/м² соответственно). В водотоках этой группы значительно выше численность Orthocladiinae (около 20%). Но по биомассе мелкие представители этого п/сем. уступали малочисленным личинкам Tanypodinae, имеющим больший индивидуальный вес.

В целом, относительная численность личинок комаров-звонцов с ростом скорости течения уменьшалась с 45 до 10%. В реках с замедленным течением доминирующим комплексом был хирономидно-олигохетный. В водотоках второй группы доля хирономид и олигохет снижалась до 32 и 25% соответственно, и значительно увеличивалась численность моллюсков (до 22%). В быстротечных водотоках преобладающими группами становились моллюски (55%), на долю хирономид приходилось около 10% численности. В водотоках третьей группы увеличилась численность ракообразных, личинок поденок, ручейников и мошек (до 6–7%).

Относительная масса хирономид в реках первой группы составляла около 2,3%, уступая только моллюскам, на долю которых приходилось более 92% массы бентоса. В водотоках второй группы личинки хирономид также продолжали превалировать над остальными группами (за исключением моллюсков) по массе (0,7%). В быстротечных водотоках хирономиды представлены мелкими формами, и их масса снижалась до 0,1%. В этой группе водотоков личинки комаров-звонцов по своей массе уступали всем группам, за исключением олигохет.

В водотоках первой группы создавались благоприятные условия для всплеск массового развития отдельных видов, таких как *Ch. plumosus*, *P. convictum*, *Polypedilum tetracrenatum* (Hirvenoja), *M. pedellus*, *P. choreus*. Например, численность вида *Ch. plumosus* в реках Лобовка, Мамоновка, Нельма, Черная, Хлебная, а также в Западном канале в отдельные периоды превышала 2000–5000 экз./м², а вида *P. convictum* в Западном канале 18000 экз./м². В водотоках же третьей группы ни один вид личинок комаров-звонцов не достигал чис-

ленности 700 экз./м². В некоторых водотоках со средней степенью проточности (Б. Морянка, Преголя, Прохладная) периодически наблюдался рост численности *M. pedellus*, *Ch. plumosus* и *P. convictum*.

В 1975 г. для определения экологического состояния различных водных объектов Е.В. Балушкиной был разработан индекс [2, 3], основанный на соотношении численности отдельных подсемейств хирономид. В этом показателе учитывается индикаторная значимость отдельных подсемейств личинок комаров-звонцов и изменение их количественного соотношения под влиянием загрязнения. Хирономидный индекс Балушкиной в его классическом варианте не учитывает вид *Ch. plumosus* как показатель загрязнения. Хотя в реках Калининградской области прослеживается тенденция резкого увеличения численности полисапробного вида *Ch. plumosus* при загрязнении. Например, массовое развитие вида *Ch. plumosus* наблюдалось в реках Лобовка, Хлебная и Черная. Значения индекса Балушкиной в этих реках составляли 7.36, 6.5 и 6.51, что характеризует реки как загрязненные. По другим индексам качество воды в этих реках оценивалось как грязное. Индекс сапробности более 3.5, индекс Шеннона не более 1.5; олигохетный индекс Гуднайта-Уитлея доходит до 90; биотический индекс Вудивисса 2–3. На неблагоприятное качество воды указывают и гидрохимические показатели. Так, в течение всего года в реках наблюдался дефицит кислорода, а концентрации биогенных элементов периодически превышали ПДК.

Другие авторы также неоднократно отмечали массовое развитие вида *Ch. plumosus* при загрязнении водоема. Таким образом, считаем целесообразным внести некоторые изменения при расчете хирономидного индекса для водных объектов Калининградской области.

$$K_{Ch.Мод} = \frac{a_{T+Ch.pl} + 0.5a_{Ch}}{a_0}$$

где $a_{T+Ch.pl}$ — смещенная относительная численность подсемейства Tanypodinae и вида *Ch. plumosus*.

Расчеты показали не сильное отклонение модифицированного хирономидного индекса от классического его варианта при невысокой численности вида *Ch. plumosus*. Коэффициент корреляции между двумя индексами составил 0.94. По результатам расчета классического хирономидного индекса 4 водотока можно отнести к категории «чистые», 28 — «умеренно загрязненные», 9 — «загрязненные» и 5 — «грязные». Значения модифицированного индекса были отличными от значений классического для 18 водотоков из 45 исследованных, и только для 7 рек изменился класс качества. Для 2 рек класс качества изменился с умеренно-загрязненного до загрязненного, для 3 — с загрязненного до грязного и для 2 с умеренно-загрязненного до грязного. Очень сильно изменилась величина показателя в водотоках, где *Ch. plumosus* был доминирующим видом. Так, например, в реках Черная, Лобовка, Хлебная величина индекса изменилась более чем на 4 единицы. Таким образом, по модифицированному хирономидному индексу качество воды 4 водных объектов оценивается как чистое, 24 — умеренно загрязненное, 8 — загрязненное и 9 — грязное. В целом, модифицированный индекс характеризует водотоки области как более загрязненные по сравнению с классическим вариантом индекса.

Проведенный статистический анализ выявил большую корреляцию модифицированного индекса с другими гидробиологическими и гидрохимическими показателями, чем для индекса в классическом варианте (табл. 1). Особенно сильно отличаются коэффициенты корреляции с олигохетным индексом и индексом сапробности (их значения увеличились на 80%). В меньшей степени изменение хирономидного индекса отразилось на его взаимосвязи с индексом Шеннона. Модифицированный индекс показал большую взаимосвязь с аммонийным азотом и степенью насыщения воды кислородом, скоростью течения.

Таблица 1. Значения коэффициентов корреляции между гидробиологическими и гидрохимическими показателями

Показатель	O	BI	S	K _{Ch}	K _{Ch.Мод}	H	N-NH ₄	N-NO ₂	N-NO ₃	P-PO ₄	O ₂ , %	Окисл.	V _{теч.}
O	1	-0.26	0.57	0.13	0.22	-0.09	0.45	0.1	0.25	0.2	-0.35	0.08	-0.35
BI	-0.26	1	-0.36	-0.21	-0.28	0.68	-0.2	0.2	-0.02	-0.04	0.32	-0.13	0.43
S	0.57	-0.36	1	0.19	0.35	-0.08	0.45	0.15	0.17	0.4	-0.55	0.46	-0.53
K _{Ch}	0.13	-0.21	0.19	1	0.94	-0.12	0.17	-0.12	-0.12	-0.05	-0.09	-0.09	-0.36
K_{Ch.Мод}	0.22	-0.28	0.35	0.94	1	-0.13	0.33	-0.11	-0.11	0.16	-0.28	0.11	-0.44
H	-0.09	0.68	-0.08	-0.12	-0.13	1	-0.13	0.31	0.12	0	0.19	-0.01	0.08

Примечание: O — олигохетный индекс Гуднайта-Уитлея, BI — биотический индекс Вудивисса, S — сапробность, K_{Ch} — хирономидный индекс, K_{Ch.Мод} — модифицированный хирономидный индекс, H — индекс Шеннона, N-NH₄ — азот аммонийный, N-NO₂ — азот нитритов, N-NO₃ — азот нитратов, P-PO₄ — фосфор фосфатов; O₂, % — насыщенность воды кислородом, Окисл. — перманганатная окисляемость, V_{теч.} — скорость течения.

В заключение стоит отметить, что одним из решающих фактором, влияющим на фауну личинок комаров-звонцов, является степень проточности водотока. Степень проточности оказывает существенное влияние и на способность рек к самоочищению, что сказывается на величине хирономидного индекса. Самые быстротечные водотоки характеризуются слабым и умеренным загрязнением. Около 40% водотоков с замедленным течением относятся к 5 классу качества, т.е. к грязным, а остальные — загрязненные. Водотоки со средней скоростью можно охарактеризовать как умеренно-загрязненные и загрязненные. Также для оценки экологического состояния рек Калининградской области считаем целесообразным использовать модифицированный хирономидный индекс.

Список литературы

1. Зинченко Т.Д. Эколого-фаунистическая характеристика хирономид (Diptera, Chironomidae) малых рек бассейна Средней и Нижней волги (Атлас). Тольятти: Кассандра, 2011. 258 с.

2. *Балушкина Е.В.* Хируномиды как индикаторы степени загрязнения воды // Методы биологического анализа пресных вод. Л.: Зоол. ин-т АН СССР., 1976. С. 106–118.
3. *Балушкина Е.В.* Функциональное значение личинок хируномид в континентальных водоемах. Л.: Наука, 1987. 185 с.
4. *Масюткина Е.А., Шибаева М.Н., Матвеева Е.П.* Комары-звонцы сем. Chironomidae как показатель качества воды малых водоемов Калининградской области. Калининград: Известия КГТУ, 2014. № 32. С. 54–62.
5. *Масюткина Е.А., Шибаева М.Н., Матвеева Е.П.* Оценка экологического состояния водотоков Калининградской области по биологическому разнообразию комаров-звонцов (Chironomidae) // Тр. VIII Междунар. научн. конф., посвященной 80-летию образования университета "Инновации в науке и образовании - 2010". Калининград, 2010. Ч. 1. С. 154–155.

УДК: 574.587(91):594.1(3)

ОСНОВНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА МАЛАКОФАУНУ РЕКИ САМАРА (САМАРСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Р. А. Михайлов

*Институт экологии Волжского бассейна РАН,
445003, Россия, Самарская обл., г. Тольятти, ул. Комзина, 10, roman_mihaylov_1987@mail.ru*

В работе приведены данные, полученные при исследовании моллюсков р. Самара в пределах Самарской области в июне 2012 г. Проанализировано влияние различных экологических факторов на распределение пресноводных моллюсков.

Ключевые слова: моллюски, факторы, ординация, река Самара.

In this work presents results study of mollusks in the river Samara. Shows the analysis of the impact of various factors on freshwater mollusks.

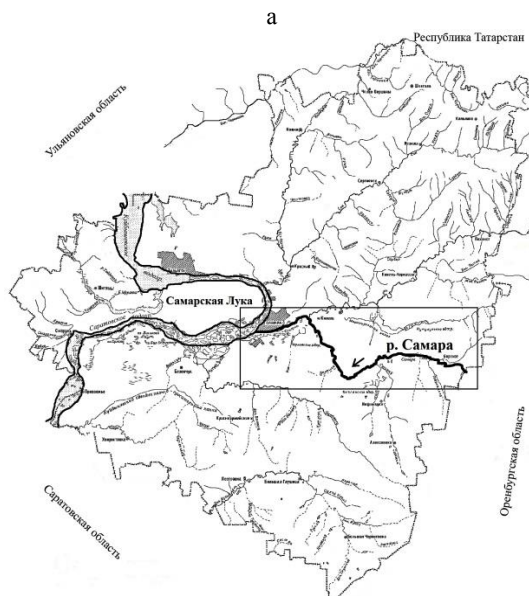
Keywords: mollusks, factors, ordination, river Samara.

Реки Нижнего Поволжья, расположенные на территории Самарской области, представляют собой комплекс мозаично расположенных биотопов, связанных с особенностью ландшафта, антропогенных и зоогенных нарушений. Любые изменения, происходящие на их водосборе, в значительной степени сказываются на качестве воды в них. Впадая в более крупные водоемы и водотоки, они оказывают непосредственное влияние на них (Евланов, 1997; Крылов, 2005).

Входя в состав биоценозов рек, моллюски выполняют в них разнообразные функции. Обладая биотопической приуроченностью и относительно малой подвижностью, являясь прекрасными индикаторами и условий в конкретном местообитании (Абакумов, 1992).

Река Самара — левый приток Саратовского водохранилища (рис. 1а). Ее общая длина — 594 км, на территории Самарской области — 230 км; площадь водосбора — 46.5 тыс. км². Бассейн реки расположен в зоне пониженного увлажнения, но является достаточно многоводной. Главные притоки реки: Большой Уран, Малый Уран, Ток, Бузулук, Боровка, Большой Кинель (Зинченко, 2002).

Сбор материала на р. Самара проводили в июне 2012 г. (рис. 1б). Пробы отбирали на акватории среднего и нижнего течения с различными гидрологическими условиями. Исследования проводили на 9 станциях, по стандартной гидробиологической методике (Абакумов, 1992; Жадин, 1952) с использованием в качестве орудий лова скребка и драги.



По полученным результатам можно сделать следующие выводы:

Наиболее значимыми для распределения моллюсков в р. Самара экологические переменные: наличие макрофитов и ширина исследуемого участка. Минимальное влияние на распределение малакофауны оказывали факторы прозрачности и глубины.

С учетом используемых нами переменных, большое количество найденных нами видов можно назвать эвритопными.

Среди найденных зарегистрированных моллюсков ряд видов имеют приуроченность к определенным станциям.

Список литературы

- Абакумов В.А. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 318 с.
- Евланов И.А. Этапы антропогенного воздействия на ихтиофауну Средней Волги // Первый Конгресс российских ихтиологов: Тез. докл. Астрахань, ВНИРО М., 1997. 516 с.
- Зинченко Т.Д. Хириноиды поверхностных вод бассейна Средней и Нижней Волги (Самарская область): Эколого-фаунистический обзор. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2002. 174 с.
- Жадин В.И. Моллюски пресных и солоноватых вод СССР. М. Л.: АН СССР, 1952. 376 с.
- Крылов А.В. Зоопланктон равнинных рек. М.: Наука, 2005. 263 с.
- ter Braak C.J.F. Verdonschot P.F.M. Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in aquatic ecology // Aquat. Sci. 1995. № 57(3). P. 255–289.

УДК 597.0

ИХТИОЦЕНОЗЫ МАЛЫХ РЕК В КОНТЕКСТЕ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ (ЗАБАЙКАЛЬКИЙ КРАЙ)

И. Е. Михеев

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, 671014, г. Чита, ул. Недорезова, д. 16 а, e-mail: miheevi@mail.ru

Только здоровые, целостные экосистемы в полной мере выполняют свои экологические функции, т.е. представляют экосистемные услуги. Экосистемы малых рек могут давать платежи за экосистемные услуги, что является одной из самых конструктивных форм экономических инструментов. Хорошо спроектированные механизмы таких платежей могут существенно увеличить эффективность вложения средств в охрану окружающей среды.

Ключевые слова: экосистема, ихтиоценоз, негативное воздействие, природный капитал, экосистемные услуги.

Only healthy, holistic ecosystem to fully perform their ecological functions, ie are ecosystem services. Ecosystems of small rivers may give payments for ecosystem services, which is one of the most constructive forms of economic instruments. Well-designed mechanisms such payments can significantly increase the efficiency of investments in environmental protection.

Keywords: ecosystem, the fish community, the negative impact of natural capital, ecosystem services.

В настоящее время в научном сообществе есть четкое понимание того, что существование и благосостояние человечества зависит от экосистемных услуг, однако это далеко не всегда учитывается в практике управления природопользованием. Не учитывается значительная часть тех ценных продуктов, которые поступают из экосистем малых рек.

Забайкалье горная страна, большинство водотоков имеют горный характер со значительными уклонами, быстрым течением (0.4–1.5 м/с) и каменистыми грунтами. Они текут в твердых, трудно поддающихся водной эрозии породах. Для водотоков характерна высокая прозрачность, низкое количество взвесей, слабая минерализация и низкие среднегодовые температуры. Речные воды в естественном состоянии отличаются хорошим качеством. В основном это малые реки, которые относятся к водоемам высшей и первой рыбохозяйственной категории.

Ихтиоценозы малых рек представлены реофильными и оксифильными видами бореально-предгорного фаунистического комплекса, которые приспособлены к жизни в реках с быстрым течением, песчано-галечниково-валунными грунтами, прозрачной водой богато насыщенной кислородом. Рыбы, обитающие в малых водотоках по отношению к нерестовому субстрату в большинстве своем литофилы и литореофилы (Михеев, 2010).

Реки во все исторические этапы развития экономики относились к важным рыбохозяйственным ресурсам. Малые реки являются излюбленными водными объектами для спортивно-любительского рыболовства и прочей туристическо-рекреационной деятельности.

Горнодобывающая промышленность — важнейшая и старейшая отрасль природопользования в Забайкальском крае, негативное влияние которой на наземные и водные экосистемы начинается уже во время проведения поисково-разведочных работ, подготовки месторождений к эксплуатации и продолжается весь период их разработок, а нередко и много лет после завершения добычи полезных ископаемых.

Исследования на предприятиях, разрабатывающих россыпные месторождения золота, показывают, что горные работы осуществляются, как правило, с нарушениями проектных технологических решений. Подготовка полигона проводится без удаления растительного и плодородного почвенного слоя, не выполняется оборотный режим водоснабжения, зачастую наблюдается переполнение отстойников для сточных вод. Дамбы строятся с нарушениями, и сточные воды сбрасываются в водотоки без предварительной очистки. Руслоотводные каналы выполняются с неукрепленными бортами и руслом, бортами руслоотвода обычно служат отвалы вскрышных пород.

Строительство различных технологических гидросооружений в зоне горного отвода практически всегда приводит к нарушению естественных миграционных путей, т.к. блокируется или вообще изолируется верхний,

чистый участок реки. Как правило, обработка россыпных месторождений золота идет по схеме «снизу–вверх», и со временем приводит к полному уничтожению коренного ихтиоценоза водотока. В таких водотоках, обычно загрязненных, встречаются «временные» группировки лососевых рыб, представленные неполовозрелыми возрастными группами. (Абрамов и др., 2005).

В Забайкалье значительная часть месторождений золота сосредоточена на малых водотоках, притоках 2–4 порядка. Экологическое состояние бассейнов таких водотоков выражается в следующем: самовосстанавливающаяся и самоочищающая способность водотоков с малым расходом вод и высокой удельной техногенной нагрузкой многократно превышена, высокое содержание взвешенных веществ подавляет процессы жизнедеятельности гидробионтов всех таксономических уровней, оказывая прямое воздействие на ихтиофауну. При длительном воздействии негативных факторов происходит трансформирование коренных ихтиоценозов. В первую очередь в ихтиоценозах разрушается лососевый комплекс, представленный ключевыми, фоновыми видами: тайменем, ленком, хариусом. В большинстве своем рыбы лососевого комплекса замещаются малоценными, мелкими рыбами из семейства карповые. Рыбопродуктивность малых горных водотоков с 9–12 кг/га падает в 3–6 раз до 2–3 кг/га.

Убедительным примером масштабов разрушения бассейнов малых рек послужила геоинформационная модель, созданная для верхнеамурского бассейна р. Аргунь, левой составляющей р. Амур. Золотодобыча в бассейне р. Аргунь ведется интенсивно, выявлено, что на российской территории на 180 нарушенных участках сформировались пустоши площадью в 430 км², что занимает 1285 км речной сети (Симонов и др., 2012).

Фактически необратимая деградация ландшафтов, включая рекультивированные участки, постоянное загрязнение речных вод за счет размыва карьеров, отвалов, глинистых наносов, прудов-отстойников длительно препятствуют восстановлению водных и наземных экосистем и их биоразнообразию на обширных территориях, граничащих с участками золотодобычи. Падает эстетическая и рекреационная привлекательность ландшафтов и водотоков. Это негативно сказывается на туристическо-рекреационной деятельности. Разрушенные в результате добычи золота малые реки теряют популяции рыб лососевого комплекса.

Таким образом, при техногенном воздействии разрушаются наземные и водные экосистемы, резко снижая способность территории оказывать экосистемные услуги. Экосистемные услуги играют важную роль в экономических процессах. Здоровые экосистемы являются важным источником для человека природных благ, а разрушенные приносят серьезный экономический ущерб.

За ущерб водным биологическим ресурсам или рыбным запасам при разработке месторождений предусмотрены платежи, которые, в соответствии законодательством РФ, не являются только платежами за ресурсы. Они, в сущности, должны включать компенсацию за утрату и/или ухудшение качества среды обитания, то есть нарушение экологических функций природных систем, которые мы и называем экосистемными услугами (Глазырина, 2012).

На стадии разработки проектов «Охрана окружающей среды» для золотодобывающих организаций, в рыбохозяйственном разделе предусматривается расчет размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам. На практике проектировщики зачастую просто игнорируют компенсационные мероприятия по обеспечению возмещения ущерба причиненного ихтиоценозам малых рек. При расчете величины затрат для проведения восстановительных мероприятий учитываются рыбы не лососевого комплекса, а чаще всего из семейства карповые или в лучшем случае из семейства сиговые. Для восстановления рыбных запасов, выпуск мальков, как правило, рекомендуется не в малые реки, а в промысловые рыбохозяйственные водоемы.

В последние десятилетия экологические факторы стали все больше лимитировать экономическое развитие. Вроде бы возросло понимание того, что экономика должна жить не только по экономическим законам, но учитывать и экологические аспекты. На самом деле система платности природопользования имеет ряд существенных недостатков. На данный момент времени нет общепризнанных методик расчета экономического ущерба, лежащего в основе исчисления базового норматива платы за загрязнение. Недостаточно учтен фактор изменения ценовых пропорций и ставок экологических платежей в условиях инфляции. Используемая методика исчисления экологических платежей неэффективна, т.к. дает предприятиям возможность согласовать практически любой расчет вреда наносимого водным биологическим ресурсам или исчисления размера вреда, причиненного охотничьим ресурсам, проекты «Предельно допустимые сбросы» и «Предельно допустимые выбросы», при этом уходя от платы за ущерб. И, наконец, предприятия самостоятельно ведут статистику выбросов основных загрязняющих атмосферу веществ и сброса загрязненных сточных вод — это дает им возможность существенно занижать налоговую базу.

Для оценки негативного воздействия на экосистемные услуги необходимо проведение комплексного пространственного анализа.

Геоинформационные системы дают возможность разрабатывать для этой цели надежный инструментарий (Фалейчик, 2013). Результаты геоинформационного анализа могут также стать основой для независимой оценки, позволяющей сравнивать различные сценарии хозяйственной деятельности (Глазырина и др., 2012).

Рыбы лососевого комплекса — это ценный компонент природного капитала, а рыбные ресурсы представляют собой стабильную самовосстанавливающуюся систему, способную функционировать и производить продукцию практически вечно.

По мере развития современного общества и повышения уровня благосостояния, все больше и больше людей разного уровня культуры, образования, достатка и социального статуса увлекаются рыбной ловлей. Растет количество рыбаков готовых платить за спортивный рыболовный туризм по принципу «поймал–

отпустил», а количество рек с возможностью обеспечить коммерческим ресурсом в виде рыб лососевого комплекса ежегодно сокращается.

Спрос на хорошую рыбную ловлю существовал, и будет существовать всегда. Это привлекательно и для жителей крупных городов и для гостей нашей страны. Данный сегмент туризма должен и может развиваться не хуже, чем какой-либо другой бизнес.

Платежи за экосистемные услуги могут стать одним из самых конструктивных форм экономических инструментов защиты экосистем малых рек. Хорошо спроектированные механизмы таких платежей могут существенно увеличить эффективность вложения средств в охрану окружающей среды. Они также могут быть инструментом предотвращения так называемого экологически неравноценного обмена (Нордланд, 2010).

Только здоровые, целостные экосистемы в полной мере выполняют свои экологические функции, то есть предоставляют экосистемные услуги.

Работа выполнена в рамках проекта СО РАН IX.88.1.6., а также при поддержке РФФИ, проект № 13-06-00034.

Список литературы

- Абрамов Б.Н., Михеев И.Е., Лапердина Т.Г. Экологические проблемы россыпной золотодобычи в бассейне реки Чикой // География и природные ресурсы. Новосибирск: Изд-во СО РАН филиал «ГЕО», 2005. № 3. С. 40–43.
- Глазырина И.П. Природный капитал в экономике переходного периода. М.: НИА-Природа, РЭФИА, 2001. 204 с.
- Глазырина И.П. Платежи за экосистемные услуги и Хередианская декларация // Экономика природопользования. 2012. № 5. С. 59–68.
- Глазырина И.П., Егидарев Е.Г., Михеев И.Е., Симонов Е.А. Экологический демпинг в планах развития Сибири и Дальнего Востока // ЭКО. 2012. № 10. С. 35–51.
- Михеев И.Е. Структурные особенности ихтиоценозов Забайкалья // Ученые записки ЗГГПУ им. Н.Г. Чернышевского. Серия «Естественные науки». 2010. № 1(30). С. 54–60.
- Симонов Е.А., Егидарев Е.Г., Юмин Г. Пространственная оценка экологических последствий золотодобычи в Даурии // Природоохранное сотрудничество в трансграничных экологических регионах: Россия-Китай-Монголия. Чита: Поиск, 2012. С. 140–145.
- Фалейчик Л.М. Геоинформационные технологии в оценке масштабов антропогенного воздействия на окружающую среду // VI конф. «Геоинформационные технологии и космический мониторинг». Ростов н/Д: изд-во ЮФУ, 2013. С. 201–206.
- Фалейчик Л.М., Михеев И.Е. Использование ГИС в оценке экономического ущерба животному миру при строительстве железной дороги // Регионы нового освоения: экологические проблемы, пути их решения: Мат. Межрегиональной научно-практич. конф. 2008. С. 259–262.
- Nordlund C. Social ecography. International trade, network analysis and Emmanuelian conceptualization of ecologically unequal exchange // Lund studies in human ecology. Lund University, 2010. 299 pp.

УДК 576.89

ПАЗИТОФАУНА ЕВРОПЕЙСКОГО ХАРИУСА, ЩУКИ И ОКУНЯ Р. ВИШЕРА

О. И. Михеева, П. Б. Михеев, Н. Г. Петренко

Пермское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», 614002, ул. Чернышевского, 3, olgalukyanyiv@mail.ru

Приводится характеристика паразитофауны щуки, окуня и хариуса европейского р. Вишеры, левобережного притока р. Камы (Камского водохранилища). В результате проведенных работ обнаружено, что у хариуса европейского в пределах р. Вишера присутствовали 4 вида макропаразитов. У щуки в верхнем течении реки — 3 вида, в нижнем течении — 2. Для окуня было установлено наличие 6 видов паразитов. При этом окуни верхнего течения реки оказались незараженными. Отличия паразитофауны окуня и щуки из разных районов р. Вишеры, скорее всего, определяется их оседлостью.

Ключевые слова: паразитофауна, река Вишера, окунь, щука, хариус.

The data of parasitofauna of pike, perch and grayling in Vishera River (left-bank tributary of the Kama River) is presented. As a result of studies we find that grayling have 4 species of parasites. Pike in the upper reaches of the river — 3 species in the lower reaches — 2. Perch established the presence of six species of parasites. While the upper reaches of the river perch were not infected. Differences in parasitofauna of perch and pike from different regions of Vishera River mostly determined by their sedentary.

Keywords: Parasitofauna, Vishera river, perch, pike, grayling.

Река Вишера является левобережным притоком р. Камы (впадает в Вишерский залив Камского водохранилища). Река берет начало на северо-востоке Пермского края, на границе с Республикой Коми и Свердловской областью, протекает главным образом по предгорьям Урала, имеет характер быстрой горной реки. Общая длина р. Вишеры составляет 415 км, площадь бассейна — 31200 км². В верховьях реки расположен заповедник «Вишерский» общей площадью 2412 км².

Ранее исследования паразитофауны рыб р. Вишеры не проводились. Целью работы является изучение разнообразия паразитов рыб р. Вишеры.

Паразитологическому анализу были подвергнуты три наиболее массовых промысловых вида рыб р. Вишера: хариус европейский (*Thymallus thymallus* L.), щука (*Esox lucius* L.) и окунь (*Perca fluviatilis* L.). У хариуса измеряли длину тела по Смиту (*FL*), у щуки и окуня — *SL* (до конца чешуйного покрова). Обследование рыб проводилось в верховьях р. Вишеры, в 330 км от ее устья на территории заповедника «Вишерский» (61°1'47"N; 58°45'2.82"E) в сентябре 2013 г. Также рыба обследовалась в нижнем течении р. Вишеры (49 км от места слияния рек Кама и Вишера) (60°22'1.08"N; 56°39'46.09"E). Сбор материала осуществлялся в июне 2013 г.

На территории заповедника «Вишерский» исследованы 31 экз. хариуса (FL средняя — 20 см, пределы 14–27 см), 30 экз. щуки (SL средняя 34 см, пределы 20–50 см) и 8 экз. окуня (SL средняя 16 см, пределы 12–20 см). В нижнем течении р. Вишеры исследованы 6 экз. щуки (SL средняя 45 см, пределы 39–54 см) и 12 экз. окуня (SL средняя 22 см, пределы 17–26 см). Рыб ловили с помощью крючковых снастей (хариус) и ставных сетей сечением ячеи 18–45 мм (щука и окунь).

Проводили полный паразитологический анализ рыб на наличие паразитов (Быховская-Павловская, 1985). При определении паразитов использовали «Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР» (1987). Для характеристики зараженности рыб использовали следующие параметры: экстенсивность инвазии — долю зараженных особей в выборке, %; индекс обилия — среднее число паразитов на одну особь хозяина в выборке; интенсивность инвазии — минимальное и максимальное число паразитов в одной рыбе в выборке.

Паразитофауна европейского хариуса представлена четырьмя классами паразитов: Myxosporidia, Crustacea, Nematoda и Trematoda. Минимальная экстенсивность заражения характерна для споровиков, чьи цисты были обнаружены на жабрах двух особей хариуса. Интенсивность заражения также невелика — 1–4 цисты. Ракообразные представлены паразитической копеподой *Salmincola thymalli* (Kessler, 1868). Паразит обнаружен в количестве от 1 до 11 экз. на жабрах и жаберных крышках у 11 из 31 обследованных рыб.

Метацеркарии трематод рода *Diplostomum* обнаружены в хрусталике 9 хариусов. Экстенсивность инвазии — 29%, интенсивность заражения — 1–8 экз. Наиболее часто встречающимися паразитами были круглые черви. У 28 особей хариуса в желудке в массе обнаружена нематода *Cystidicoloides tenuissima* (Zeder, 1800). Экстенсивность инвазии нематодами составила 90.3%, интенсивность заражения высокая — в среднем 160 паразитов на одну зараженную рыбу (табл. 1). Минимальное число круглых червей на одну особь составило 38, максимальное — 394 экз.

Таблица 1. Паразитофауна европейского хариуса р. Вишера, заповедник «Вишерский»

Вид паразита	Локализация	Экстенсивность заражения, %	Интенсивность заражения, экз.
Myxosporidia	Жабры	6.4	2.50
<i>Salmincola thymalli</i>	Жаберная крышка, жабры	35.5	3.54
<i>Cystidicoloides tenuissima</i>	Желудок	90.3	160.39
<i>Diplostomum</i> sp.	Хрусталик	29.0	2.78

В сравнении с литературными данными, паразитофауна хариуса р. Вишера на территории заповедника включает в себя небольшое число видов. Так, В.Г. Степанов (2007) для хариуса бассейна р. Камы приводит 13 видов паразитов, для рек бассейна р. Северной Двины — 32 вида, р. Печоры — 30, р. Мезени — 21, р. Кары — 1. Митенев В.К. и Шульман Б.С. (2005) в 11 обследованных водоемах Кольского полуострова обнаружили 44 вида паразитов хариуса. Из них 9–19 в реках и 8–24 в озерах Беломорского бассейна, и 24 вида — в Баренцево-морском бассейне (от 4 до 11 в реках и от 10 до 13 в озерах). Установленный нами состав паразитофауны хариуса р. Вишеры, скорее всего, определяется тем, что изучались только макропаразиты, а также не учитывались сезонная динамика и размер рыб.

Паразитофауна щуки. Гельминтофауна щуки из р. Вишера на территории заповедника представлена 3 видами паразитов. На почках 2 рыб из 30 обследованных располагались метацеркарии трематоды *Ichthyocotylurus platycephalus* (Creplin, 1852). Число цист колебалось от 180 до 217 у одной рыбы. На жабрах 8 щук находились цисты Sprogozoa. Минимальное количество цист составляло 1, максимальное — 48, индекс обилия — 13.6 экз. на рыбу (табл. 2).

Таблица 2. Паразитофауна щуки р. Вишера

Вид паразита	Локализация	Экстенсивность заражения, %	Интенсивность заражения, экз.
Заповедник «Вишерский»			
Myxosporidia	Жабры	26.7	13.6
<i>Ichthyocotylurus platycephalus</i>	Почки	6.7	198.5
<i>Triaenophorus nodulosus</i>	Печень	30.0	11.3
Нижнее течение р. Вишера			
<i>Saprolegnia</i>	покровы тела, жабры	83	-
<i>Raphidascaris acus</i>	Кишечник	67	2.25

У 9 особей из числа просмотренных в печени обнаружены плероцеркоиды цестоды *Triaenophorus nodulosus* (Pallas, 1781). Интенсивность инвазии составила от 1 до 25 червей. Индекс обилия данного паразита очень высокий — 11.3 экз. на одну щуку.

Отметим, что в основном зараженность печени плероцеркоидами *Triaenophorus nodulosus* была отмечена у молодых (2+...3+) рыб размером 20–30 см. Экстенсивность инвазии щуки такого размерного класса составила 53.8%. У рыб возраста 4+...8+ лет данный гельминт обнаружен не был. Возможным объяснением может являться различие в рационах молоди и взрослой щуки (Селивров, 2007). В рацион сеголетков щуки входят беспозвоночные, в частности копеподы, которые служат первым промежуточным хозяином *T. nodulosus*. Основу рациона более крупной щуки составляет рыба. В нижнем течении плероцеркоиды *T. nodulosus* в печени щук отмечены не были.

Интересно, что гельминтофауна щуки на протяжении р. Вишеры неодинакова, что может быть одним из проявлений оседлости этого вида. Так, проведенные исследования в нижнем течении реки выявили иной видо-

вой состав паразитов щуки. У 4 из 6 обследованных особей из низовьев р. Вишеры обнаружено поражение покровов тела сапролегнией *Saprolegnia*. У одной особи грибковый очаг поражения распространился на жаберные тычинки. Паразитофауна кишечника была представлена двумя видами паразитов — у четырех щук в переднем отделе тонкого кишечника обнаружена нематода *Raphidascaris acus* (Bloch, 1779). Индекс обилия составил 2.25 экз. на одну рыбу.

Паразитофауна окуня. У 8 окуней, выловленных в р. Вишера на территории заповедника, паразиты не обнаружены. В связи с этим интересным представляется анализ паразитофауны этого вида в пределах реки.

Гельминтофауна окуня, выловленного в низовьях р. Вишеры, была представлена 6 видами паразитических организмов (табл. 3). Цисты метацеркарий трематоды *I. platycephalus* отмечены на почках (у 5 рыб), мочеточниках (у 4 рыб), околосердечной сумке (у 1 особи), поверхности кишечника (у 1 рыбы). Интенсивность инвазии составила 15.5 экз. на одну зараженную особь при минимуме в 1 экз., максимуме — 127 цист у одной рыбы.

Таблица 3. Паразиты окуня р. Вишера

Вид паразита	Локализация	Экстенсивность заражения, %	Интенсивность заражения, экз.
<i>Ichthyocotylurus platycephalus</i>	почки, мочеточники, околосердечная сумка, кишечник	70	15.5
<i>Bunodera luciopercae</i>	Кишечник	80	11.0
<i>Proteocephalus percae</i>	Кишечник	20	1.5
<i>Camallanus truncatus</i>	Кишечник	1	4
Глохидии Unionidae	Жабры	30	2.3
Мухоспоридии	Жабры	10	4
Sporozoa	Кишечник	10	100

Доминирующее развитие среди кишечных паразитов у окуня нижнего течения р. Вишеры получила трематода *Bunodera luciopercae* (Mueller, 1776), которая была отмечена у 80% особей. Индекс обилия составил 11 экз., минимальное число паразита у одной рыбы — 1, максимальное — 37. В кишечнике двух окуней найдена цестода *Proteocephalus percae* (Müller, 1780) в количестве 1–2 экз. У одного окуня в кишечнике обнаружена нематода *Camallanus truncatus* (Rudolphi, 1814) в количестве 4 экз.

На жабрах 3 окуней были обнаружены глохидии моллюсков сем. Unionidae (1–5 экз.). На жабрах 1 окуня найдены цисты Мухоспоридии (4 экз.) Цисты споровиков также располагались на стенке желудка у 1 окуня в количестве 100 экз.

Из приведенных данных видно, что паразитофауна окуня из разных районов р. Вишера отличается по составу и количеству паразитов, что также может являться следствием его оседлости. Окунь в верхнем течении реки оказался незараженным. У особей, пойманных в нижнем течении, отмечено 6 видов паразитов. Видовой состав паразитов окуня из Камского водохранилища также отличен от такового р. Вишеры (Лукиянин, Михеев, 2013). В районе г. Добрянка было отмечено 5 видов паразитов. Из них только два — *I. platycephalus* и *B. luciopercae* характерны для вишерских рыб. Отметим, что эти виды являются фоновыми для окуня бассейна р. Камы (Лукиянин, 2013), однако сравнение рыб из разных локальностей и литературные данные (Костарев, 2003) свидетельствуют, что экстенсивность и интенсивность инвазии *I. platycephalus* и *B. luciopercae* сильно варьируют.

Заключение. В результате проведенных работ было установлено, что у хариуса европейского в пределах р. Вишера присутствуют 4 вида макропаразитов. Для щуки в верхнем течении реки установлено наличие трех видов, в нижнем течении реки — двух. Для окуня было установлено наличие 6 видов паразитов. При этом окуни верхнего течения реки оказались незараженными. Интересной особенностью паразитофауны щуки является высокая пораженность печени молоди щук верхнего течения плероцеркоидами *Triaenophorus nodulosus*. Отличия паразитофауны окуня и щуки из разных районов р. Вишеры, скорее всего, определяется их оседлостью.

Список литературы

- Быховская-Павловская И.Е. Паразитологическое исследование рыб. Л., 1969. 109 с.
- Костарев Г.Ф. Паразиты и болезни рыб бассейна Средней Камы (в условиях загрязнения). Пермь, 2003. 195 с.
- Лукиянин О.И. Современная паразитологическая ситуация на Камском водохранилище (предварительные данные) // Биология внутренних вод: Мат. XV Школы-конф. молодых учёных (Борок, 19–24 октября 2013 г.). Борок: ИБВВ РАН, 2013. С. 250–254.
- Лукиянин О.И., Михеев П.Б. Гельминтофауна ерша и окуня Камского водохранилища в зоне теплового загрязнения Пермской ГРЭС // Рыбные ресурсы Камско-Уральского региона и их рациональное использование: матер. научн.-практ. конф. (15–16 окт. 2013 г.) / Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2013. С. 58–62.
- Митенев В.К., Шульман Б.С. Паразитофауна хариуса *Thymallus thymallus* (L.) водоемов Кольского региона // Лососевидные рыбы Восточной Фенноскандии. Петрозаводск, 2005. С. 90–96.
- Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 2. Паразитические многоклеточные (Первая часть). Л., 1985. 216 с.
- Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 3. Паразитические многоклеточные (Вторая часть). Л., 1987. 301 с.
- Силивров С.П. Эколого-морфологическая изменчивость щуки (*Esox lucius* L.) и ее хозяйственное значение в разнотипных водоемах Урала. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2008. 25 с.
- Степанов В.Г. Экология паразитов голяна *Phoxinus phoxinus* (L.) и хариуса *Thymallus thymallus* (L.) и их компонентные сообщества в бассейнах рек северо-востока европейской части России: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Борок: ИБВВ, 2007. 26 с.

ВОДНЫЕ СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ РЕК БАСЕЙНА ОХОТСКОГО МОРЯ (МАГАДАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

О. А. Мочалова¹, А. А. Бобров²

¹Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, 685000 г. Магадан, ул. Портовая, 18, E-mail: mochalova@inbox.ru

²Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН
152742 Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок, E-mail: lsd@ibiw.yaroslavl.ru

Кратко охарактеризованы некоторые особенности рек бассейна Охотского моря в пределах Магаданской обл. Приведены наиболее характерные и редкие таксоны водных сосудистых растений для разных типов водотоков этой территории.

Ключевые слова: водные сосудистые растения, флора, Магаданская обл., реки бассейна Охотского моря.

Description of the peculiarity of rivers of the Sea of Okhotsk basin within Magadan Region is given. The most characteristic and rare taxa of aquatic vascular plants for different types of watercourses of the territory are presented.

Keywords: aquatic vascular plants, flora, Magadan region, rivers of the Sea of Okhotsk basin.

Реки Магаданской области относятся к 2 крупным бассейнам — к бассейну р. Колыма, впадающей в Восточно-Сибирское море, и к бассейну Охотского моря. Длина рек, впадающих в Охотское море, не превышает 200–350 км, большинство из них имеют крутое падение, в верховьях они текут в узких долинах, в среднем и нижнем течении разбиваются на многочисленные протоки, разделённые песчано-галечными косами и островами. Дождевое питание преобладает над снеговым. С конца октября–начала ноября в течении 6–7 месяцев реки скованы льдом. Во второй декаде мая наступает весеннее половодье с очень резким и интенсивным подъёмом уровня, сопровождающееся на спаде дождевыми паводками. Почти весь сток (90–95%) приходится на тёплый период, при этом на весну приходится в среднем до 60% годового стока. В летне-осенний период нередко дождевые паводки, наиболее высокие паводки формируются под влиянием циклонов в осенний период. Наибольшей температуры вода достигает в конце июля. Встречаются небольшие реки и ручьи совершенно незамерзающие, так как они получают питание из глубоких подмерзлотных горизонтов с относительно высокой температурой воды (таликов). Воды отличаются мягкостью и низкой минерализацией, что объясняется малой растворимостью солей в связи с многолетней мерзлотой (Иогансен и др., 1970).

Большинство рек Охотоморского бассейна имеет горный характер — быстрое течение, подвижные галечно-валунные грунты, которые легко перемываются и перемещаются водой. Во время паводков и половодья в реках быстро и сильно меняется уровень воды и усиливается скорость течения. Подобные гидрологические условия не благоприятны для развития водных растений. По руслу и крупным боковым протокам водные сосудистые растения, как правило, отсутствуют. Только по старицам на высокой пойме и изредка по глухим частям затонов и проток на средней пойме на мелководьях встречаются: *Alopecurus aequalis* Sobol., *Callitriche palustris* L., *Ranunculus gmelinii* DC. (представленный глубоководной формой только с рассеченными подводными листьями), и редко *Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult., *Hippuris vulgaris* L. Изредка в защищённых затонах под коренным берегом произрастают *Comarum palustre* L., *Equisetum fluviatile* L.

Большинство мелких речек и ручьёв также имеют подвижный галечно-валунный грунт и частые и резкие колебания уровня воды, неблагоприятные для водной растительности. На ручьях обычно чередуются участки с быстрым и медленным течением. Флора ручьёв и речек бедна — всего 2–4 вида можно найти на отдельных участках русла. В разном сочетании по мелководьям встречаются *Alopecurus aequalis*, *Batrachium trichophyllum* (Chaix) Bosch, *Callitriche palustris*, *Caltha sibirica* (Regel) Tolm., *Comarum palustre*, *Ranunculus gmelinii* и *Thacla natans* (Pall. ex Georgi) Deyl et Sojak. (преимущественно на юго-востоке области), *Equisetum fluviatile*, *E. palustre* L.

Совсем немного рек на Охотоморском побережье в среднем и нижнем течении имеют равнинный характер и нередко сильно меандрируют. Они протекают по озёрно-аллювиальным равнинам, связанным с неотектоническими впадинами, заполненным песчано-галечниковыми отложениями. Обычные на других горных реках аллювиальные галечные косы и острова встречаются единично, основные грунты песчано-илистые и торфяно-илистые. Течение более медленное, скорость подъёма воды небольшая, за счёт того, что реки протекают по заболоченным равнинам. Самая крупная из равнинных рек — р. Кава с притоками, протяжённостью около 300 км, которая течёт на самом западе Магаданской обл., а её верхнее течение находится в Хабаровском крае. Равнинный характер имеют также рр. Ланковая (приток р. Ола), Халанчига (приток р. Яма) и Малкачан. Протекающая на юго-востоке области севернее п-ова Тайгонос р. Гижига, где также преобладают равнинные участки, нами пока не обследовалась.

Река Кава — одна из двух рек (вторая — это р. Колыма) в Магаданской обл., флористическим особенностям долины которой посвящена отдельная статья. А. П. Хохряков (1987) приводит сведения о находках в бассейне рр. Кава и Тауй 35 видов новых и редких в Магаданской обл. растений, из которых 18 относятся к водным и прибрежно-водным видам, растущим как по пойменным водоёмам, так и в озёрно-болотном комплексе на Кавинской равнине. Большинство указанных видов были известны в то время только из 1–2 местонахождений. Дальнейшие исследования значительно дополнили сведения о водных макрофитах, встречающихся в долине р. Кава (Мочалова, 2006). Информация о некоторых редких водных растениях рр. Ланковая и Халанчига упоминается в нескольких статьях (Мочалова, 2008; Мочалова и др., 2011; Бобров, Мочалова, 2013).

Флора водных растений в равнинных реках достаточно богатая. Водные растения нередки даже по руслу, что весьма нетипично для рек Охотоморья: по руслу, чаще около перекатов, на глубине до 0.5–0.7 м нередки

Potamogeton alpinus Balb., *P. gramineus* L., *Batrachium nipponicum* (Nakai) Kitam., несколько реже встречаются *Potamogeton perfoliatus* L. и *Sparganium hyperboreum* Laest. По затонам и заводям вдоль берегов растут *Callitriche palustris*, *Eleocharis palustris*, *Equisetum fluviatile*, *Sparganium emersum* Rehm., изредка встречаются *S. hyperboreum*, *Myriophyllum verticillatum* L. (р. Кава), *Potamogeton natans* L. (р. Халанчига).

По наиболее удалённым от русла озёрам-старицам вытянутой или изогнутой «меандровой» формы флора гораздо разнообразнее. Уровень воды в них изменяется также как и уровень воды в реке, но течение отсутствует. Наряду с перечисленными выше видами, растущими по руслу рек в старицах, встречаются *Arctophila fulva* (Trin.) Anders., *Calla palustris* L., *Callitriche hermaphroditica* L., *Carex vesicata* Meinsh., *C. rhynchophysa* C.A. Mey., *Cicuta virosa* L., *Comarum palustre*, *Hippuris vulgaris*, *Menyanthes trifoliata* L., *Myriophyllum sibiricum* Kom., *Nuphar pumila* (Timm) DC., *Potamogeton berchtoldii* Fieb., *P. natans*, *Utricularia macrorhiza* Le Conte и др.

По мелководным, периодически почти обсыхающим старицам повсеместно встречаются *Alopecurus aequalis*, *Callitriche palustris*, *Hippuris vulgaris*, *Ranunculus gmelinii*. Изредка растут *Eleocharis acicularis* (L.) Roem. et Schult., *E. palustris*, *Ranunculus reptans* L., *R. hyperboreus* Rottb., *Rorippa palustris* (L.) Bess., единично отмечены *Sparganium natans* L., *Torreyochloa natans* (Kom.) Church.

К редким таксонам, единично отмеченным по равнинным рекам, относятся *Potamogeton obtusifolius* Mert. et W. D. J. Koch (pp. Ланковая, Чукча (приток р. Кава)), *P. × nericus* Hagstr. (*P. alpinus* × *P. gramineus*) (р. Ланковая), *P. × nitens* Web. (*P. gramineus* × *P. perfoliatus* L.) (pp. Ланковая, Кава), *P. × sparganiiifolius* Laest. ex Fries (*P. gramineus* × *P. natans*) (р. Халанчига), *Sparganium probatovae* Tzvel. (pp. Ланковая, Халанчига).

Особый интерес представляют небольшие незамерзающие реки с подтоком грунтовых вод. Нами обследованы несколько речек в бассейне р. Ола (р. Уликанка) и р. Яма (руч. Гнутый и Неутер). Даже зимой температура воды в них составляет 0.5°C, а летом вода не прогревается выше 6–8°C, незамерзающие участки тянутся на несколько км. В таких водотоках в массе произрастает *Batrachium nipponicum* и редко *Alopecurus aequalis*, *Ranunculus gmelinii*, часто в почти сплошном ковре из водных мхов. Все эти 3 вида в незамерзающих реках растут на глубине 0.3–0.6 м и имеют нетипичный для северных растений феноритм — длительновегетирующее вечнозелёное растение.

Список литературы

- Бобров А.А., Мочалова О.А. Заметки о водных сосудистых растениях Магаданской области // Бот. журн. 2013. Т. 98. № 10. С. 1287–1299.
- Иогансен В.Е., Кузнецов А.С., Деев Н.Г. и др. Реки // Север Дальнего Востока. М.: Наука, 1970. С. 186–203.
- Мочалова О.А. Флористические особенности тундрово-болотных комплексов Кавинской равнины (Северная Охотия) // Геология, география и биологическое разнообразие Северо-Востока России: Матер. Дальневост. рег. конф., посвящ. памяти А. П. Васильковского и в честь его 95-летия (Магадан, 28–30 ноября 2006 г.). Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2006. С. 383–387.
- Мочалова О.А. О находке *Potamogeton strictifolius* и *Potamogeton sparganiiifolius* (Potamogetonaceae) на северо-востоке Азии // Бот. журн. 2008. Т. 93. № 10. С. 1602–1604.
- Мочалова О.А., Хорева М.Г., Лысенко Д.С., Беркутенко А.Н., Андриянова Е.А. Сосудистые растения // Растительный и животный мир заповедника «Магаданский». Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2011. С. 55–69, прилож. 3. С. 208–226.
- Хохряков А.П. Флористические особенности долины р. Кава (Северная Охотия) // Экология, распространение и жизненные формы растений Магаданской области: Сб. науч. тр. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1987. С. 38–44.

УДК 574.583

СТРУКТУРА ЗООПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА Р. ИЛОВЛЯ (ВОЛГОГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Д. Ю. Нечаев

ФГБНУ ГосНИОРХ (Волгоградское отделение),

ул. Курчатова, д. 1, Волгоград, 400001, Россия, e-mail: dimanos13@gmail.com

Представлен видовой список зоопланктона р. Иловля. Проанализирована структура зоопланктонного сообщества на различно удаленных от истока реки участках.

Ключевые слова: зоопланктон, малая река.

We compiled the list of the species of zooplankton from Ilovlya River. The structure of the zooplankton community from different sites of river was analyzed.

Keywords: zooplankton, small river.

В Волгоградской области, особенно в бассейне р. Дон, насчитывается большое количество малых рек. Особняком среди них стоит р. Иловля. Данный водоток, если брать во внимание его длину, следует отнести к средним рекам. Но при более пристальном рассмотрении комплекса условий, характеризующих реку, Иловля предстаёт перед нами типично малой рекой. В период весеннего половодья река представляет собой единый водоток с быстрым течением, низкими температурами и высокими показателями кислородного насыщения. К середине лета в пределах русла Иловля дифференцируется на два типа участков: «плесы» (участки реки с относительно большими глубинами, высокой зарастаемостью макрофитами, высокими температурами и с отсутствием течения) и «перекаты» (мелкие, холодноводные участки, с избыточным кислородным насыщением и с быстрым течением). Грунт на плесах, как правило, илистый, а на перекатах каменистый (естественного или искусственного происхождения) или песчаный.

Невооруженным взглядом виден большой спектр условий среды, сформированный на этой реке. Поэтому большой научный интерес представляет изучение сообществ организмов, адаптированных к этим условиям. Ввиду малой хозяйственной значимости малые реки региона очень слабо изучены, в том числе и в отношении важнейшего зоопланктонного комплекса. Данные, представленные ниже, направлены на частичное заполнение пробелов, имеющихся в изучении зоопланктоценозов Волгоградской области.

Материал для исследований был собран в 2013 г. на 12 станциях, располагающихся по продольному профилю реки. Всего было обработано 42 пробы, при этом 15 проб относились к весенним сборам, 13 — к летним и 14 — к осенним.

В ходе сбора и обработки материала использовались стандартные методы (Методика ..., 1975). На каждой станции отбиралось 1–2 пробы путем фильтрования через сеть Аппштейна 100 л воды.

В зависимости от расстояния до истока, все станции привязывались к трем участкам: верхнему, среднему и нижнему. Данные участки выделялись на основе их протяженности: равные между собой, каждый в отдельность составлял треть общей длины реки. Для описания структуры зоопланктонного сообщества использовались следующие показатели: число видов, численность (N), биомасса (B), соотношение таксономических групп, соотношение экологических групп (Крылов, 2005).

По результатам исследований в 2013 г. в составе фауны р. Иловли выявлено 77 таксонов видового ранга (табл. 1). Основу видового богатства составляли коловратки с 33 видами, витвистоусые ракообразные были представлены 22 таксонами, а веслоногие представители зоопланктона распределялись по 11 видам. Подобная картина видовой структуры зоопланктона типична для малых реки (Крылов, 2005). Состав фауны в целом обычен для региона, хотя виды *Euchlanis incisa* (Carin, 1939), *Lepadella rhomboides* (Gosse, 1886) и *Acroperus angustatus* (Sars, 1863) указываются для Волгоградской области впервые. В состав зоопланктонного сообщества входили как типичные пелагиальные виды (*Keratella*, *Asplanchna*, *Ceriodaphnia*, *Bosmina*) так и представители зарослевого комплекса (*Euchlanis*, *Sida*, *Simocephalus*) и мейобентоса (*Monospilus*, *Eucyclops*, *Paracyclops*), что можно объяснить небольшими глубинами и высокой степенью зарастаемости водотока. В доминирующий комплекс зоопланктоценозов входили науплиарные и копеподитные стадии различных представителей отряда Cyclopiformes, а также коловратка *Euchlanis dilatata* и кладоцера *Chydorus spaericus*. В верхнем участке в весенний период часто преобладала *Notholca acuminata*.

Таблица 1. Список видов зоопланктона р. Иловли основанный на исследованиях 2013 года

Виды и формы	Верхний участок	Средний участок	Нижний участок
Rotifera			
<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)	+	+	+
<i>Conochilus hippocrepis</i> (Schränk, 1803)		+	
<i>Asplanchna priodonta</i> (Gosse, 1850)		+	+
<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)		+	+
<i>Euchlanis incisa</i> (Carlin, 1939)	+	+	
<i>Euchlanis meneta</i> (Myers, 1930)		+	
<i>Euchlanis triquetra</i> (Ehrenberg, 1838)			+
<i>Euchlanis lyra</i> (Hudson, 1886)		+	+
<i>Euchlanis dilatata</i> (Ehrenberg, 1832)	+	+	+
<i>Euchlanis</i> sp.	+		
<i>Brachionus angularis</i> (Gosse, 1851)			+
<i>Brachionus diversicornis</i> (Daday, 1883)	+	+	+
<i>Brachionus calyciflorus</i> (Pallas, 1776)	+	+	+
<i>Brachionus quadridentatus</i> (Hermann, 1783)			
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)		+	+
<i>Keratella quadrata</i> (Müller, 1786)	+	+	+
<i>Notholca acuminata</i> (Ehrenberg, 1832)	+		+
<i>Notholca squamula</i> (Müller, 1786)	+		
<i>Platylabus quadricornis</i> (Ehrenberg, 1838)	+	+	
<i>Mytilina mucronata</i> (Müller, 1773)			+
<i>Mytilina ventralis</i> (Ehrenberg, 1832)		+	
<i>Mytilina</i> sp.	+		
<i>Lepadella rhomboides</i> (Gosse, 1886)		+	
<i>Lepadella patella</i> (Müller, 1773)	+		
<i>Trichotria truncata</i> (Whitelegge, 1889)		+	
<i>Trichotria pacillum</i> (Müller, 1776)	+	+	+
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1838)		+	
<i>Polyarthra major</i> (Burckhardt, 1900)		+	
<i>Polyarthra vulgaris</i> (Carlin, 1943)		+	
<i>Cephalodella forficata</i> (Ehrenberg, 1832)	+		
<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1832)	+		
<i>Synchaeta pectinata</i> (Ehrenberg, 1832)		+	
<i>Synchaeta</i> sp.		+	+
<i>Trichocerca capucina</i> (Wierzejski et Zacharias, 1893)		+	

Виды и формы	Верхний участок	Средний участок	Нижний участок
<i>Trichcerca longiseta</i> (Schränk, 1802)		+	
Rotifera gen. spp.	+	+	+
Всего	15	24	16
Cladocera			
<i>Sida crystallina</i> (O.F. Müller, 1776)	+	+	+
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O.F. Müller, 1785)	+	+	+
<i>Ceriodaphnia pulchella</i> (Sars, 1862)	+	+	
<i>Daphnia cucullata</i> (Sars, 1862)		+	
<i>Daphnia</i> sp.	+		
<i>Simocephalus vetulus</i> (O.F. Müller, 1776)	+	+	+
<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F. Müller, 1776)			+
<i>Ilyocryptus agilis</i> (Kurz, 1874)		+	
<i>Bosmina longirostris</i> (O.F. Müller, 1785)	+	+	+
<i>Lathonura rectirostris</i> (O.F. Müller, 1785)		+	
<i>Macrothrix laticornis</i> (Jurine, 1820)	+	+	+
Macrothricidae gen. spp.			+
<i>Eurycerus lamellatus</i> (O.F. Müller, 1776)	+	+	
<i>Acroperus angustatus</i> (Sars, 1863)		+	+
<i>Acroperus harpae</i> (Baird, 1834)	+	+	+
<i>Alona affinis</i> (Leydig, 1860)		+	+
<i>Alona quadrangularis</i> (O.F. Müller, 1785)			+
<i>Alona guttata</i> (Sars, 1862)	+	+	+
<i>Alona costata</i> (Sars, 1862)			+
<i>Alona rectangula</i> (Sars, 1862)	+		+
<i>Alona</i> sp.	+		+
<i>Camptocercus lilljeborgi</i> (Schoedler, 1862)		+	
<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Fischer, 1851)	+	+	+
<i>Leydigia acanthocercoides</i> (Fischer, 1854)	+		
<i>Mospilus dispar</i> (Sars, 1862)			+
<i>Alonella excisa</i> (Fischer, 1854)	+	+	+
<i>Alonella exigua</i> (Lilljeborg, 1901)		+	+
<i>Alonella nana</i> (Baird, 1850)		+	+
<i>Disparalona rostrata</i> (Koch, 1841)		+	+
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Müller, 1785)	+	+	+
<i>Pseudochydorus globosus</i> (Baird, 1843)		+	
<i>Picripleuroxus laevis</i> (Sars, 1862)	+	+	
<i>Picripleuroxus striatus</i> (Schoedler, 1863)	+		
<i>Pleuroxus aduncus</i> (Jurine, 1820)		+	+
<i>Pleuroxus truncatus</i> (O.F. Müller, 1785)		+	+
Chydoridae gen. spp.		+	
Всего	17	26	22
Copepoda			
Calaniformes gen. spp.	+	+	
<i>Eurytemora velox</i> (Lilljeborg, 1853)		+	
<i>Eurytemora</i> sp.		+	
<i>Macrocyclus fuscus</i> (Jurine, 1820)	+	+	
<i>Ectocyclus phaleratus</i> (Koch, 1838)			+
<i>Eucyclus macrurus</i> (Sars, 1863)	+		+
<i>Eucyclus speratus</i> (Lilljeborg, 1901)	+		
<i>Eucyclus serrulatus</i> (Fischer, 1851)	+	+	+
<i>Eucyclus</i> sp.	+		+
<i>Paracyclus fimbriatus</i> (Fischer, 1853)	+	+	+
<i>Megacyclus viridis</i> (Jurine, 1820)	+	+	
<i>Thermocyclus oithonoides</i> (Sars, 1863)	+	+	
<i>Thermocyclus crassus</i> (Fischer, 1853)	+	+	
<i>Mesocyclus leucarti</i> (Claus, 1857)	+	+	
Cyclopiformes gen. spp.	+	+	+
Nauplii	+	+	+
Copepodite	+	+	+
<i>Nitocrella hibernica</i> (Brady, 1880)		+	
Harpactiformes gen. spp.	+	+	+
Всего	10	8	5
Итого по всем группам	42	58	43

Численность и биомасса колебались в широких пределах и зависели от условий обитания и сезона. Как правило, на плесовых участках реки числовые показатели были высокими. В противоположность, на перекат-

ных участках зоопланктон отличался низкими значениями численности и биомассы. Минимум численности составлял 0.2 тыс. экз./м³ и приходился на весенний и летний период в верхнем участке реки. Максимальных значений этот показатель достигал летом на среднем участке и составлял 138 тыс. экз./м³. Биомасса колебалась в пределах от 0.7 мг/м³ до 1295 мг/м³ и имела идентичную с численностью временную и пространственную приуроченность.

Данные, полученные при анализе собранного материала, показывают явное преобладание численности и биомассы зоопланктона среднего участка реки (табл. 2) над верхним и нижним. Это объясняется в первую очередь комфортными условиями существования зоопланктеров на крупных плесах среднего участка р. Иловля. Отсутствие течения, хорошая прогреваемость и наличие доступной пищи позволяют зоопланктоценозу быстро нарастить биомассу и поддерживать ее весь вегетационный период. В противоположность этому, большая подвижность среды на верхнем и нижнем участках вносят элемент нестабильности в набор экологических факторов водотока.

Кроме этого верхний участок отличался от двух других преобладанием Copepoda (65.1%) и примерно равным количеством Rotifera и Cladocera (табл. 2). В среднем и нижнем участке доминирующее положение занимали уже виттистоусые рачки, а коловратки имели меньшую долю в общей биомассе.

Таблица 2. Средние значения численности и биомассы и соотношение основных групп зоопланктона р. Иловля

Участок реки	N _{ср} (тыс. экз./м ³)	B _{ср} (мг/м ³)	B _{Rot} (%)	B _{Clad} (%)	B _{Cop} (%)
Верхний	3.4±2.2	16.0±7.1	17.9	17.0	65.1
Средний	34.4±12.2	409.7±144.8	4.3	71.3	24.4
Нижний	3.9±1.4	18.7±9.6	3.7	78.7	17.6

При анализе экологической структуры оказалось, что существенно преобладает группа организмов, добывающих пищу с поверхности субстрата — 73%, а группа организмов добывающих пищу в толще воды составила всего 20%. Несомненно, это связано с гидрологическими факторами, и в первую очередь с течением. Заметных различий в соотношении экологических групп зоопланктеров между верхним, средним и нижним участками реки выявлено не было.

В целом можно выделить следующие особенности в структуре зоопланктонных сообществ р. Иловля:

1. Относительно высокое видовое разнообразие;
2. Устойчивые зооценозы с относительно высокими показателями численности и биомассы формируются на крупных плесовых расширениях реки со стабильными гидрологическими показателями;
3. Участки реки, сохраняющие течение в течение всего года, характеризуются низкими числовыми показателями на фоне обычного для реки видового разнообразия;
4. Преобладание в зоопланктоне реки зарослевых и придонных видов, которые, видимо, легче приспосабливаются к сложным абиотическим факторам.

Список литературы

- Крылов А.В. Зоопланктон равнинных малых рек. М.: Наука, 2005. 263 с.
 Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.
 Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон / Под ред. Алексеева В.Р. М.: Т-во научных изданий КМК, 2010 495 с.
 Подшивалина В.Н. Распределение зоопланктона по продольному профилю малой реки в условиях высокой антропогенной нагрузки (на примере р. Цивиль, Среднее Поволжье) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15, № 3(1). С. 503–506.

УДК 574.5, 556.5

ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОТОК ДЕЛЬТЫ Р. ЛЕНА (УСТЬ-ЛЕНСКИЙ ЗАПОВЕДНИК)

Г. Р. Нигаматзянова¹, Л. А. Фролова¹, И. В. Федорова^{2,3}, А. А. Четверова^{2,3}

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет, 420008 Казань, ул. Кремлевская, 18

² ФГБУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт», 199397 Санкт-Петербург, ул. Беринга, 28

³ Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле, 199004 Санкт-Петербург, 10-я линия В.О., 33-35, gulnaraniqa@mail.ru

В данной работе представлены результаты исследований гидробиологических и гидрогеохимических особенностей протоков дельты р. Лена на территории Усть-Ленского государственного заповедника. В задачи работы входили изучение речного зоопланктона, оценка качества вод на основе гидробиологических показателей, измерение гидрометрических характеристик протоков, определение содержания в воде растворенных макро-, микро- и биогенных элементов.

This article presents the results of joint research of hydrobiology and hydrogeochemical features of channels of the Delta Lena River in Lena Delta Reserve. The tasks of the work were to study of river's zooplankton, water quality assessment using hydrobiological indicators, measurement of hydrometric characteristic of channels and a content of dissolved macro-, microelements and biogenic elements in water.

Усть-Ленский государственный заповедник организован в 1985 г. с целью охраны и изучения экосистем дельты одной из крупнейших рек Сибири Лены. Общая площадь заповедной территории составляет 1433 тыс.

га. Дельта Лены — уникальный природный комплекс, основными элементами которого являются огромная дельта с многочисленными протоками, островами и озерами, на которых приходится 5 часть заповедника, и устьевое взморье, занимающее в море Лаптевых значительную площадь (Дежкин, 1989).

Расположением дельты объясняются особенности режимов устьевой области: в дельтовой зоне преобладает речной режим, на котором сказывается морское влияние, но в устьевом взморье преобладает морской режим, на который оказывает влияние река. Подобное расположение оказывает воздействие не только на гидрологический режим дельты, но и на гидробиологию данной территории (Гуков, 2001).

С целью всестороннего изучения структуры и функционирования водных экосистем данного природного объекта, возможности прогнозирования их состояния и изменений в результате воздействия климатического фактора в дельте Лены проводятся комплексные работы.

Данная работа является результатом совместных исследований гидрологических, гидрогеохимических особенностей и гидробиологического состояния протоков дельты р. Лена. Материалом для данных исследований послужили пробы воды для гидрохимического анализа и 21 образец зоопланктона, собранные с протоков дельты р. Лена во время экспедиции «Лена-2013» сотрудниками КФУ и ФГБУ ААНИИ и СПбГУ, г. Санкт-Петербург. Были изучены следующие основные протоки дельты р. Лена: Трофимовская, Быковская, Оленекская, Туматская, Булкурская и Главное русло. Экспедиционные измерения на реке Лена и на ее протоках были привязаны к основным гидрометрическим створам Росгидромета, а также были взяты два дополнительных стока на Оленекской протоке ниже по течению (у с. Чай-Тумус и у впадения р. Гусинка). Гидрологические работы на створах включали в себя измерения гидрометрических характеристик протоков для дальнейшего расчета расходов воды в соответствии со стандартными методами Росгидромета, а также отбор проб на содержание растворенных макро-, микро- и биогенных элементов и проб взвешенных наносов на содержание макро- и микроэлементов, и органических веществ (Fedorova et al., 2013). Отбор проб зоопланктона осуществлялся фильтрацией 100 л воды через малую сеть Апштейна (размер ячеек 100 μm) с последующим фиксированием 4% формалином. Были использованы общепринятые методики обработки гидробиологических проб (Жадин, 1960, Константинов, 1986). Для определения зоопланктонных организмов использовались различные определители отечественных и зарубежных авторов (“Crustacea: Copepoda Gelyelloida und Harpacticoida” Sanetzky, 1986; “Introduction to the Copepoda” Dussart, 2001; «Определитель ветвистоусых рачков фауны СССР» Мануйлова, 1964; «Определитель коловраток фауны СССР» Кутикова, 1970). В качестве биологических показателей, отражающих экологическое состояние и качество воды, использован ряд структурных и функциональных характеристик зоопланктонного сообщества. Для оценки уровня сапробности применяли систему показательных организмов по Пантле и Букку в модификации Сладечека (Sládeček, 1973) и список видов-индикаторов по Зелинке и Марвану (Zelinka, 1961). С целью выявления трофического статуса водотоков рассчитывали индекс разнообразия Шеннона-Уивера по биомассе и численности видов (Shannon, 1949). Для определения трофности вод исследованных протоков применяли индекс по Китаеву (Китаев, 1984), основанный на биомассе зоопланктона. С целью оценки состояния зоопланктона, распределения по видам был рассчитан индекс эквитабельности (Пиелоу) (Pielou, 1966). Для проведения сравнительных анализов проб из различных протоков нами применялся индекс или коэффициент общности Жаккара (Jaccard, 1901), который отражает сходство видового состава сравниваемых выборок.

На основе полученных результатов, вода в нижнем течении р. Лены и основных протоков ее дельты в летний период (июль–август) характеризуется ультрамалой минерализацией ($< 100\text{мг/л}$). По соотношению главных ионов — это воды, в основном, гидрокарбонатно-кальциевые, реже гидрокарбонатно-магниевого, что говорит о преобладании атмосферных источников питания в их формировании; значения водородного показателя — от нейтральных до слабощелочных со значениями pH (7.0–7.7). Газовый режим реки характеризуется высоким содержанием растворенного в воде кислорода ($> 100\%$ нас.), которое резко возрастает в ветреную погоду.

Содержания биогенных элементов характеризуются концентрациями фосфатов в воде не превышающим 0.6 мг/л, концентрации нитратов не превышают 0.07 мг/л, концентрации нитратов — находятся ниже порогов их обнаружения. Концентрации растворенных микроэлементов (Al, Fe, Li, Ba, Sr, Ni, Pb, Zn, Cu) также малы. Одной из особенностей речных вод Лены являются высокие концентрации растворенных силикатов (до 2.6 мг/л), что объясняется природными условиями формирования вод реки, связанными породами ее водосбора. Значения концентраций основных петрогенных элементов, микроэлементов и тяжелых металлов во взвеси для створов гидрологических измерений в вершине дельты не превышают кларков земной коры для исследуемого региона, а также согласуются с ранее опубликованными данными (Савенко, 2006, Hoelemann et al., 2005, Гордеев, 2009).

Характер поведения химических элементов в дельте сложен, что можно объяснить особенностями перераспределения водного стока, стока наносов, которые носят специфический характер для отдельных протоков. Таким образом, для протоков с менее интенсивным течением, например, для Булкурской протоки выявлено более высокое содержание органического углерода во взвеси и донных отложениях протоков (до 3%), что говорит о процессах аккумуляции органического вещества в них.

Зоопланктон дельты имеет смешанный характер благодаря наличию реофильных видов и представителей фауны многочисленных озер, которыми богата дельтовая область р. Лены (Мостахов, 1973). Так, согласно нашим исследованиям, в протоках представлены не только виды, характерные для водотоков, такие как *Bosminopsis deitersi* (Richard, 1897), но и различные представители арктических озер (*Eudiaptomus graciloides* (Lilljeborg, 1888), виды Cyclopoida). Нами выявлено 34 вида зоопланктона исследованных протоков дельты, с боль-

шим преобладанием представителей типа Rotifera (17 видов — 48.7%), низшие ракообразные представлены менее разнообразно: зафиксировано 9 видов ветвистоусых и 8 видов веслоногих ракообразных.

По богатству видового состава можно выделить семейства Brachionidae из коловраток, Cyclopidae (по 5 видов) и Bosminidae (4 вида) из низших ракообразных.

Наиболее распространенными видами на протоках оказались коловратки *Kellicottia longispina* (Kellicott, 1879) и *Keratella cochlearis* (Gosse, 1851) из наиболее широко представленного семейства Brachionidae. Эти виды являются также постоянными компонентами арктических озер, расположенных на островах дельты (Нигаматзянова, 2014), что указывает на их приспособленность к суровым условиям обитания в арктической зоне. Из низших ракообразных частыми представителями оказались вид *Bosmina longispina* (Leydig, 1861) и неполовозрелые стадии развития видов Copepoda.

Количественные показатели зоопланктона проток относительно низкие, что характерно для зоопланктонных сообществ рек (Собакина, 2009). По показателям численности проток наиболее бедным оказались Оленекская протока и главный створ, где зафиксировано 0.04 тыс. экз./м³, что можно объяснить особенностями гидродинамических условий. На главном русле реки наблюдались максимальные скорости течения по сравнению с протоками дельты, что негативно сказывается на развитии зоопланктона. Наиболее высокие показатели численности отмечены на Булкурской протоке (0.36 тыс. экз./м³), которая отличается небольшими глубинами, низкой скоростью течения, повышенным содержанием органических веществ (Fedorova, 2013), что создает более благоприятные условия для развития зоопланктона. Численность на всех протоках определяли коловратки (*K. longispina*, *K. cochlearis*), менее обильными стали представители отр. Cladocera (*Chydorus sphaericus*, Muller, 1785), *Bosmina obtusirostris* (Sars, 1862)). В среднем значение численности по протокам составило 0.11 ± 0.02 тыс. экз./м³.

Минимальные показатели биомассы зафиксированы также на главном русле, всего 0.61 мг/м³, более обильные показатели биомассы оказались вновь на Булкурской протоке, 7.81 мг/м³. Представители низших ракообразных определяли биомассу проток (*B. obtusirostris* из ветвистоусых, *Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857) из веслоногих). Среднее значение по биомассе составило 2.25 ± 0.1 мг/м³.

По полученным показаниям индекса видового разнообразия Шеннона-Уивера протоки Лены относятся к чистым или (2.87 ± 0.1 , расчет по численности зоопланктона) умеренно-загрязненным водотокам (1.8 ± 0.1 , расчет по биомассе зоопланктона).

Исследованные протоки дельты можно охарактеризовать как олигосапробные и β-мезосапробные согласно индексу сапробности по Пантле и Букк в модификации Сладечека. Значения колеблются от 1.32 (Булкурская протока) до 1.73 (Быковская протока). Среднее значение составило 1.52 ± 0.03 . Согласно показаниям индекса сапробности по Зелинке и Марвану протоки являются олигосапробными с отклонением в β-мезосапробную зону.

По показателям биомассы зоопланктона по индексу Китаева протоки характеризуются как олиготрофные, среднее значение составило 0.002 г/м³.

Согласно индексу эквитабельности (Пиелу), который отражает распределение по видам, зоопланктонные сообщества проток дельты имеют относительно низкую выравненность, среднее значение которого составило 0.42 ± 0.03 . Значения изменяются от 0.19 до 0.67.

Значения индекса или коэффициента общности Жаккара, отражающего сходство видового состава сравниваемых сообществ проток, меняются от 0.14 до 0.36. Среднее значение составило 0.24, что указывает на относительно низкое сходство сообществ проток между собой.

Согласно статистической обработке при помощи критерия Краскела-Уоллеса (Ликеш, 1985) достоверные различия найдены в биомассе видов коловраток ($H = 13.6$, $df = 7$, $N = 21$, $p = 0.034$) по протокам. По остальным показателям различия оказались статистически недостоверными.

По эколого-фаунистической характеристике зоопланктона исследованных проток р. Лены преобладают виды-космополиты (22 вида), меньше представителей, характерных для Палеарктики (*B. longispina*) (6 видов) и Голарктики (*K. longispina*) (4 вида). По биотопическому предпочтению в зоопланктоне отмечено большее разнообразие планктонных и эвритопных видов, кроме того, зафиксировано незначительное присутствие литоральных видов (*Canthocamptus glacialis* (Lilljeborg, 1902)).

По результатам гидрологических и гидрогеохимических исследований проток дельты следует отметить низкую минерализацию проток, преобладание гидрокарбонатно-кальциевых вод, высокое значение растворенного кислорода в воде, низкое содержание растворенных микроэлементов, нейтральную и слабощелочную реакцию воды. Одной из особенностей проток дельты является перераспределение водного стока, стока наносов, которые носят специфический характер на разных протоках. Так, на протоках с малой скоростью течения воды (Булкурская протока), зафиксировано более высокое содержание органического углерода во взвеси и донных отложениях. Таким образом, происходит аккумуляция органического вещества на определенных протоках, где создаются более благоприятные условия для развития зоопланктонных организмов.

В целом, на протоках дельты зафиксированы бедный видовой состав зоопланктона с низкими количественными показателями, что связано с интенсивной скоростью течения и неблагоприятными условиями обитания. Обнаружено всего 34 вида, в среднем на протоку приходится 7 видов. Наиболее распространенными на протоках оказались коловратки *K. longispina* и *K. cochlearis*, *B. longispina* и *Ch. sphaericus* из Cladocera и неполовозрелые стадии веслоногих ракообразных. Численность обуславливали коловратки, среднее значение по зоопланктону проток составило 0.11 тыс. экз./м³. Биомасса определялась ракообразными, в среднем значение по протокам равно 2.25 мг/м³. Согласно проведенной оценке качества вод по гидробиологическим показателям,

протоки дельты можно охарактеризовать как чистые или умеренно-загрязненные, олигосапробные с отклонением в β -мезосапробную зону и олиготрофные.

Список литературы

- Гордеев В.В. Микроэлементы в воде, взвеси и донных осадках Обской губы, Енисейского залива и дельты Лены и прилегающих областей Карского моря и моря Лаптевых // Система моря Лаптевых и прилегающих морей Арктики: современное состояние и история развития. М. 2009. С. 202–224.
- Гуков А.Ю. Гидробиология устьевой области реки Лены. М.: Научный мир, 2001. 288 с.
- Дежкин В.В. В мире заповедной природы. М.: Советская Россия, 1989. 256 с.
- Жадин В.И. Методы гидробиологического исследования. М.: Высшая школа, 1960. 191 с.
- Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. Академия наук СССР Зоологический ин-т Всесоюзное гидробиологическое общество. М.: Наука, 1984. 162 с.
- Константинов А.С. Общая гидробиология: Учебное пособие для студентов спец. вуз. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высш.шк., 1986. 472 с.
- Ликеш И. Основные таблицы математической статистики. М.: Финансы и статистика, 1985.
- Мостахов С.Е. Озерность криолитозоны СССР // Подземные воды криолитозоны. 2-ая Междунар. конф. по мерзлотоведению. Якутск: Якутс. кн. изд-во, 1973. Вып. 5. С. 118–120.
- Нигаматзянова Г.Р., Фролова Л.А. Зоопланктонное сообщество термокарстового озера дельты реки Лена (Республика Саха (Якутия)) // Сб. «Чтения памяти В.А. Попова». Казань, 2014. в печати.
- Савенко В.С. Химический состав взвешенных наносов рек мира. М.: ГЕОС, 2006. 174 с.
- Собакина И.Г., Соколова В.А., Соломонов Н.М. Современный состав зоопланктона дельты р. Лена в осенний период // Журнал: Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2009. Т. 11, № 1(3) (27). С. 347–349.
- Fedorova I., Chetverova A., Bolshiyarov D. et. al. Lena delta hydrology and geochemistry // Biogeosciences Discuss. 2013. № 10. P. 20179–20237.
- Hoelemann J. A., Schirmaher M., range, A. Seasonal variability of trace metals in the Lena River and the south-eastern Laptev Sea: impact of the spring freshet // Global Planet. Change. 2005. Vol. 48. P. 112–125.
- Jaccard P. Distribution de la flore alpine dans le Bassin des Dranses et dans quelques regions voisines // Bull. Soc. Vaudoise sci. Natur. 1901. V. 37. Bd. 140. P. 241–272.
- Pielou E.C. The measurement of diversity in different types of biological collections // J. Theor. Biol. 1966. V. 13. P. 131–144.
- Shannon C., Weaver W. The Mathematical Theory of Communication. Urbana.: Univ. of Illinois Press, 1949. 117 p.
- Sládeček V. System of water quality from biological point of view // Arch. Hydrobiol. Ergebnisse der Limnologie. 1973. Bd. 7. 218 p.
- Zelinka M., Marvan P. Zur Prazisierung der biologischen Klassifikation der Reinheitsflüssender Gewässer // Arch. Hydrobiol. 1961. Bd. 57, N 3. P. 71–81.

УДК: 597.08.591.9

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ЭКОЛОГИЯ РЫБ Р. ЗАЯЧЬЯ (ПРИТОК ЧЕТВЕРТОГО ПОРЯДКА БАССЕЙНА Р. СЕВЕРНАЯ ДВИНА)

А. П. Новоселов

ФГУП «Полярный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии им. Н.И. Кнуповича» (ФГУП «ПИНРО») Северный филиал, 163002, Архангельск, Россия, ул. Урицкого, 17, e-mail: novoselov@pinro.ru

Дана общая характеристика ихтиофауны р. Заячья — малого притока 4-го порядка р. Северная Двина. Рассмотрен таксономический статус рыб и их принадлежность к пресноводным фаунистическим комплексам. В экологическом аспекте определена принадлежность рыб к разным экологическим группам, различающимся по характеру питания и естественного воспроизводства (характер нерестового субстрата, способам откладки икры и периодам нереста). Рассмотрен хозяйственный статус рыб при оценке их как ценных и второстепенных промысловых видов, объектов спортивно-любительского рыболовства и промысловых рыб. Определены виды, нуждающиеся в особом режиме охраны, дана краткая характеристика рыб, занесенных в региональную Красную книгу Архангельской области.

Ключевые слова: р. Заячья, видовое разнообразие ихтиофауны, таксономический статус рыб, фаунистические комплексы, характер питания и размножения, хозяйственное значение, краснокнижные виды рыб.

We have presented the general characteristic of the fish fauna of the river Zajachja — a small tributary of the 4th order of the river Northern Dvina. The taxonomical status of fish and their belonging to the freshwater fauna complexes was considered. According to the ecological aspect there was determined the fish belonging to different ecological groups differing in nature of feeding and natural reproduction (spawning substrate nature, ways of laying eggs and the spawning period). The paper deals with the economic status of fish in evaluating them as valuable and secondary commercial species, objects of sport and recreational fishing and non-commercial fish. There were defined species in need of special protection conditions, and a brief characteristic of fish listed in the regional Red Data Book of the Arkhangelsk region is given.

Keywords: river Zajachja, species diversity of ichthyofauna, taxonomic status of fish, faunal complexes, feeding and reproduction nature, economic value, endangered species of fish.

Известно, что биологическое разнообразие водных экосистем включает в себя самые различные группы организмов — от микроскопических бактерий до крупных птиц и млекопитающих, в том числе и рыб. При этом в качестве одного из количественных показателей ихтиофауны используется ее видовой состав (количество видов, включающее подвиды и экологические формы). Рассмотрение систематики рыб, принадлежности их к фаунистическим комплексам и экологии обитания представляет определенный интерес (Новоселов и др., 2001), поскольку в условиях длительного ухудшения среды обитания проблема инвентаризации рыбного населения становится особо актуальной (Решетников, Шатуновский, 1997; Соколов, Решетников, 1997).

Река Заячья, являясь малым водотоком (приток 4-го порядка), относится к бассейну р. Северная Двина. Она берет начало в болотистой местности на территории Устьянского района Архангельской области и впадает с правого берега в р. Кокшеньга на 98 км от ее устья (приток 3-го порядка). Та, в свою очередь, является притоком р. Устья (приток 2-го порядка) и далее — р. Вага (приток 1-го порядка р. Северная Двина). Протяженность водотока составляет 42 км, площадь его водосбора 154 км², покрыта преимущественно смешанным лесом. Принимает 35 притоков различных порядков длиной более 10 км с общей длиной 77 км (Гидрологическая изученность, 1965).

В **систематическом отношении** ихтиофауна бассейна р. Заячья представлена 7 семействами. Среди них по числу видов преобладают карповые, включающие 5 видов (41.7%) — это плотва *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758), елец *Leuciscus leuciscus* (Linnaeus, 1758), уклейка *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758), пескарь *Gobio gobio* (Linnaeus, 1758) и обыкновенный голец *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758). Меньшим количеством видов (2 или 16.7%) характеризуется семейство окуневых, представленное речным окунем *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758) и обыкновенным ершом *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758). По одному виду (8.3%) входят в семейства щуковых — щука *Esox lucius* (Linnaeus, 1758), хариусовых — европейский хариус *Thymallus thymallus* (Linnaeus, 1758), налимовых — налим *Lota lota* (Linnaeus, 1758), колюшковых — девятииглая колюшка *Pungitius pungitius* (Linnaeus, 1758) и керчаковых — обыкновенный подкаменщик *Cottus gobio* (Linnaeus, 1758).

Всех речных рыб по классификации Г.В. Никольского (1980) можно отнести к 4 пресноводным **фаунистическим комплексам**. В видовом отношении наибольшим количеством видов представлен *бореальный равнинный* (6 видов или 50.0%). Сюда входят плотва, елец, пескарь, щука, окунь и ерш. Меньше видов (3 или 25.0%) включает *бореальный предгорный* комплекс — европейского хариуса, а также обыкновенных голец и подкаменщика. Понтический пресноводный комплекс включает 2 вида (16.7%) — уклейка и девятииглая колюшка. *Арктический пресноводный* фаунистический комплекс представлен лишь одним видом (8.3%), а именно налимом.

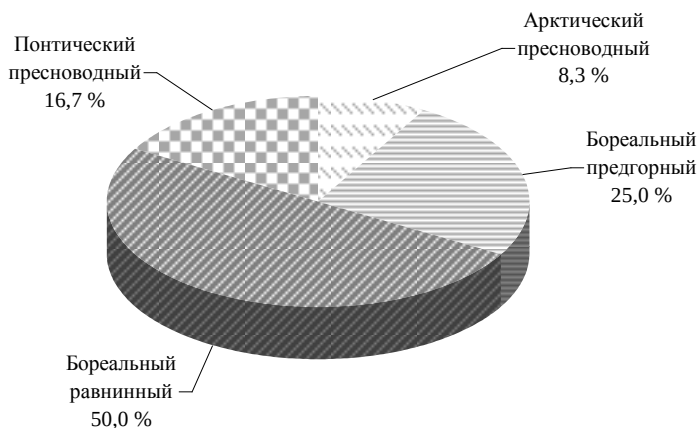


Рис. 1. Состав пресноводных фаунистических комплексов рыб в р. Заячья по количеству видов.

По **характеру питания** все виды рыб, обитающие в р. Заячья, можно отнести также к четырем группам: зоопланктофагам, бентофагам, хищникам и эврифагам. Типично *планктонное* питание имеет лишь 1 вид (8.3%), а именно уклейка. В то же время, мелкие формы зоопланктона потребляет молодь практически всех видов речных рыб на ранних этапах онтогенеза. Рыбы с преимущественно *бентосным* характером питания также немногочисленны (2 вида или 16.7%). Из карповых это пескарь, из окуневых — ерш. Четверть всех видов (3 или 25.0%) составляют *хищники* — щука, окунь и налим. Наиболее многочисленной группой, включающей половину установленной ихтиофауны (6 видов или 50.0%) являются *эврифаги*, имеющие широкий пищевой спектр, включая рыб со смешанным питанием, т.е. потребляющие лишь определенные виды корма. В эту группу входят европейский хариус, плотва, елец, речной голец, обыкновенный подкаменщик и девятииглая колюшка.

По **способу размножения и периоду нереста** практически все рыбы анализируемого водотока относятся к видам, использующим для откладки икры определенный субстрат. Половина из них (6 видов или 50.0%) нерестится на *каменистых* или *песчаных* участках дна. К лито- и псаммофилам относятся европейский хариус, пескарь, ерш, налим, а также обыкновенные голец и подкаменщик. Почти столько же видов рыб откладывают икру на залитую водную *растительность*, т.е. являются фитофилами. Это в основном 5 видов (41.7%) весенне-нерестующих карповых (плотва, елец, уклейка), щуковых (обыкновенная щука) и окуневых (речной окунь) рыб. И лишь один вид (8.3%), а именно девятииглая колюшка устраивает для откладки икры травяное *гнездо*. Относительно сроков размножения по 5 видов (по 41.7%) откладывают икру весной (европейский хариус, щука, плотва, елец, окунь) и *поздней весной* — *в начале лета* (пескарь, ерш, девятииглая колюшка, обыкновенные голец и подкаменщик). В *разгар лета* нерестится уклейка (8.3%), в зимний период — налим (8.3%).

В **хозяйственном отношении** все виды рыб, обитающие в р. Заячья, могут быть отнесены к следующим категориям.

Ценные промысловые виды — имеющие повышенный спрос в силу высоких потребительских качеств (осетровые, лососевые, сиговые) в составе ихтиофауны р. Заячья отсутствуют. *Второстепенные промысловые*

рыбы. Составляют чуть менее половины всего состава ихтиофауны — 5 видов или 41.7%. К ним, прежде всего, можно отнести весенне-нерестующие частиковые виды, обычно составляющие основу весеннего промысла. Из наиболее массовых видов следует отметить щуку, плотву и окуня. В осенне-зимний период некоторое промысловое значение в реках Севера имеет налим. В мелководные орудия лова повсеместно прилавливается ерш, который используется для сушения. К *непромысловым* рыбам относится также достаточно большая группа видов, не представляющая интереса для промысла — 5 видов или 41.7% ввиду их низкой гастрономической ценности (речной голянь, пескарь, девятииглая колюшка и обыкновенный подкаменщик). *Объекты спортивно-любительского рыболовства* составляют незначительную долю (лишь 2 вида или 16.6%), но в то же время имеют серьезное значение в стимулировании и развитии рекреационных аспектов рыболовства. Излюбленным объектом лова на крючковую снасть является *европейский хариус*, обитающий практически во всех притоках. Достаточно популярными в бассейне р. Северная Двина является елец.

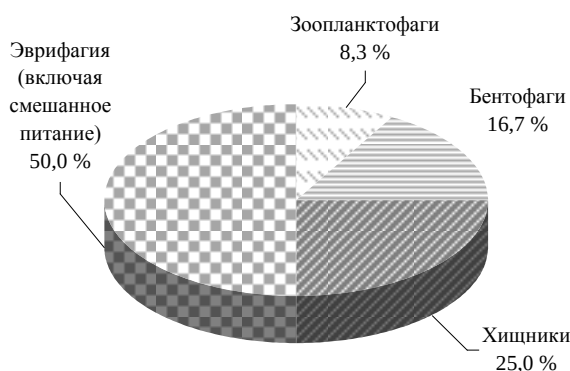


Рис. 2. Распределение видов рыб в р. Заячья по характеру питания.

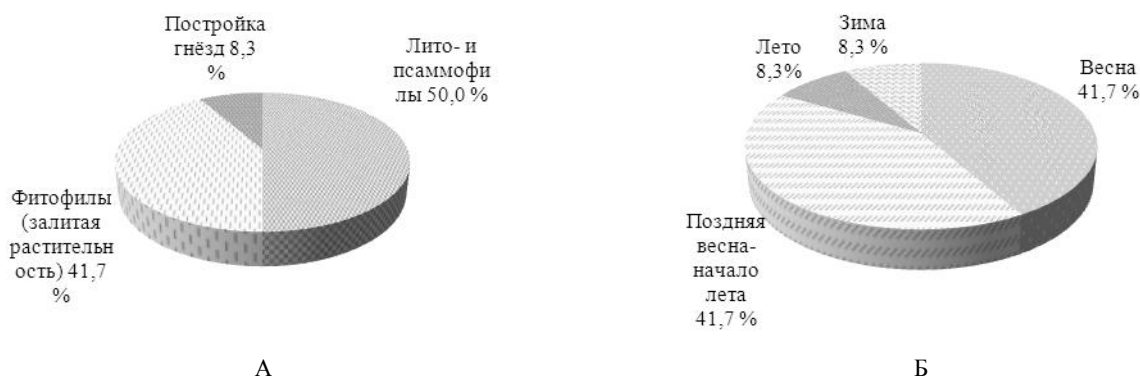


Рис. 3. Распределение видов рыб в р. Заячья по характеру предпочитаемых нерестилищ и способу откладки икры (А) и по времени нереста (Б).

Следует отметить, что в р. Заячья обитает один вид рыб, включенный в перечень рыб, нуждающихся в *особом режиме охраны*, а именно *обыкновенный подкаменщик*. Он является видом, обычным для рек Европейского Северо-востока России, в которых встречается вплоть до р. Кары. Считается видом-индикатором, по наличию которого судят о чистоте водоемов. Промыслового значения не имеет, в виду чего его численность специалистами не определялась (рис. 4).



Рис. 4. Обыкновенный подкаменщик.

Лимитирующим фактором может являться ухудшение среды обитания при наличии стоков в р. Северная Двина сбросов предприятий ЦБП и отходов сельскохозяйственного производства. Формально внесен в Красную книгу Архангельской области (2008) с категорией 7 как вид, которому на территории субъекта федерации исчезновение не угрожает (но который должен присутствовать в региональных Красных книгах, поскольку внесен в Красную книгу Российской Федерации). Наши исследования на лососевых водотоках Севера, и прежде всего в бассейне р. Северная Двина показали, что подкаменщик (в виду своей многочисленности и высокой адаптированности к меняющимся условиям среды) является серьезным трофическим кон-

курентом молоди лосося на нерестово-выростных угодьях (Студенов, Новоселов, 2000). Принимая во внимание его массовость и достаточную устойчивость к загрязнению среды обитания, занесение обыкновенного подкаменщика в число редких и нуждающихся в особой охране видов, представляется необоснованным (Королев, 2003; Новоселов, 2008).

В целом, уточненные сведения по составу ихтиофауны рек крупных речных бассейнов в различных регионах (разработка региональных каталогов рыб) могут служить основой при корректировке и дополнении полного списка рыб в континентальных водоемах России. Кроме того, эти данные могут быть полезными и при решении ряда научных и практических задач, связанных с рациональным использованием естественных водоемов и в хозяйственном аспекте.

Список литературы

- Гидрологическая изученность. Ресурсы поверхностных вод СССР. Северный край. Л.: Гидрометеиздат, 1965. Т. 3. 612 с.
- Королев В.В. Экология обыкновенного подкаменщика (*Cottus gobio* L.) (Scorpaeniformes: Cottidae) бассейнов Печоры и Оки: Автореф. дисс... канд. биол. наук. Калуга, 2003. 22 с.
- Красная книга Архангельской области. Архангельск, 2008. 351 с.
- Никольский Г.В. Структура вида и закономерности изменчивости рыб. М.: Пищевая пром-сть, 1980. 182 с.
- Новоселов А.П. Обыкновенный подкаменщик *Cottus gobio* Linnaeus, 1758. Красная книга Архангельской области. Архангельск, 2008. С. 247–248.
- Новоселов А.П., Студенов И.И., Дерев В.П. Состав ихтиофауны как показатель видового разнообразия рыб реки Зимняя Золотица (Зимний берег Белого моря) // Малые реки: Современное экологическое состояние, актуальные проблемы. Тольятти, 2001. С. 151.
- Решетников Ю.С., Шатуновский М.И. Теоретические основы и практические аспекты мониторинга пресноводных экосистем // Мониторинг биоразнообразия. М., 1997. С. 26–32.
- Соколов В.Е., Решетников Ю.С. Мониторинг биоразнообразия в России // Мониторинг биоразнообразия. М., 1997. С. 8–14.
- Студенов И.И., Новоселов А.П. О роли бычка-подкаменщика (*Cottus gobio* Linnaeus, 1758) в экосистемах лососево-нерестовых рек Архангельской области // Сохранение биологического разнообразия Феноскандии. Петрозаводск, 2000. С. 90–91.

УДК: 597.08.591.9

ИХТИОФАУНА МАЛЫХ РЕК СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ П-ВА ЯМАЛ

А. П. Новоселов, Г. М. Устюжинский, Р. В. Козаков

ФГУП «Полярный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии им. Н.И. Кнутовича» (ФГУП «ПИНРО») Северный филиал, 163002, Архангельск, Россия, ул. Урицкого, 17, e-mail: novoselov@pinro.ru

Дана общая характеристика ихтиофауны малых рек северо-восточной части п-ва Ямал. Рассмотрен таксономический статус рыб и их принадлежность фаунистическим комплексам. В экологическом аспекте определена принадлежность рыб к разным экологическим группам, различающимся по характеру питания и естественного воспроизводства (нерестовый субстрат, способы откладки икры и периоды нереста). Рассмотрен хозяйственный статус рыб при оценке их как ценных и второстепенных промысловых видов, объектов спортивно-любительского рыболовства и непромысловых рыб.

Ключевые слова: Северо-восточный Ямал, малые реки, видовое разнообразие ихтиофауны, таксономический статус рыб, фаунистические комплексы, характер питания и размножения, хозяйственное значение.

We have presented the general characteristic of the fish fauna of the Yamal peninsula small rivers. The taxonomical status of fish and their belonging to the fauna complexes was considered. According to the ecological aspect there was determined the fish belonging to different ecological groups differing in nature of feeding and natural reproduction (spawning substrate nature, ways of laying eggs and the spawning period). The paper deals with the economic status of fish in evaluating them as valuable and secondary commercial species, objects of sport and recreational fishing and non-commercial fish.

Keywords: the north-east part of Jamal peninsula, species diversity of ichthyofauna, taxonomic status of fish, faunal complexes, feeding and reproduction nature, economic value.

Территория северо-восточной части п-ва Ямал представляет собой пологоволнистую равнину, несколько приподнятую в центральной части. Протекающие здесь водотоки равнинного типа характеризуются средней извилистостью и, меандрируя, медленно текут в широких заболоченных долинах, впадая в Обскую губу. Основное питание снежное, в связи с чем наиболее продолжительным и самым маловодным гидрологическим сезоном является зимняя межень, составляющая порядка 8.5 месяцев. Наиболее вероятные сроки появления льда на большинстве рек приходятся на вторую декаду октября. При этом процессы льдообразования и формирования ледяного покрова развиваются очень интенсивно и практически по всей длине рек, что обусловлено малыми скоростями течения, небольшими глубинами и незначительными запасами тепла водной массы. После продолжительного холодного периода с полным или почти полным прекращением стока на реках наступает весеннее половодье с резким и интенсивным подъемом уровня воды. Объем стока весеннего половодья достигает 70–78% от годового. После спада наступает летне-осенний период, продолжающийся на малых реках до конца сентября (Природа Ямала, 1995).

В течение вегетационного сезона 2013 г. было проведено рекогносцировочное обследование ряда малых рек северо-восточного Ямала, характеризующихся следующими основными параметрами. Река Нахарванготояха имеет длину 21 км и принимает в себя 8 притоков длиной менее 10 км (суммарной длиной 34 км) и один приток длиной 17 км — р. Хальмер-Яха, впадающую с правого берега на 5 километре от устья. Река Недармаяха, характеризуясь длиной 30 км, принимает 3 притока длиной менее 10 км общей длиной 5 км. Река Хэм-

Явияха, протекая на протяжении всего 5 км, имеет один приток длиной менее 10 км. Все вышеуказанные водотоки впадают непосредственно в северо-западную часть Обской губы. И, наконец, р. Саямлекабтамбалаяха является левобережным притоком р. Сабетаяха и впадает с правого берега на расстоянии 1 км от ее устья. Длина водотока составляет 26 км, количество притоков длиной менее 10 км — 9 общей длиной 15 км (Ресурсы поверхностных вод..., 1964).

Видовой состав ихтиофауны, выявленный нами в период проведения работ, включает 11 видов (табл.). Среди них по числу видов преобладает семейство сиговых, к которому относится более половины выявленного таксономического перечня рыб (6 видов или 54.5%). Это арктический омуль *Coregonus autumnalis* (Pallas, 1776), сибирская ряпушка *C. sardinella* Valenciennes, 1848, сиг-пыжьян *C. lavaretus pidschian* (Gmelin, 1788), пелядь *C. peled* (Gmelin, 1789), чир *C. nasus* (Pallas, 1776) и *C. tugun* (Pallas, 1814). В составе уловов не были отмечены муксун *C. muksun* (Pallas, 1814) и нельма *Stenodus leucichthys nelma* (Güldenstädt, 1772), входящие в состав ихтиофауны Ямала. Возможно, они просто не были зафиксированы в виду эпизодичности и кратковременности полевых исследований. В то же время, их отсутствие в составе ихтиофауны обследованных рек может быть обусловлено и объективной причиной, поскольку в реках Ямала видовой состав рыб существенно различается в зависимости от их широтного расположения и гидрологических характеристик конкретных водотоков (Мельниченко, 2008).

По одному виду (9.1%) входят в семейства хариусовых — сибирский хариус *Thymallus arcticus* (Pallas, 1776), корюшковых — азиатская зубастая корюшка *Osmerus mordax dentex* (Steindachner, 1870), колюшковых — 9-иглая колюшка *Pungitius pungitius* (Linnaeus, 1758), керчаковых — ледовитоморская рогатка *Trigloopsis quadricornis* (Linnaeus, 1758) и тресковых — навага *Eleginus nawaga* (Koelreuter, 1770).

Всех рыб по существующим классификациям (Никольский, 1980; Андрияшев, Чернова, 1994) можно отнести к 4 **фаунистическим комплексам**. В видовом отношении наибольшим количеством представлен *арктический пресноводный* (7 видов или 63.7%), куда входят сиговые и азиатская корюшка. Меньшим количеством видов (2 или 18.2%) характеризуется *арктический морской* комплекс, включающий навагу и ледовитоморскую рогатку. Эти виды встречаются в устьевых частях рек ввиду хорошо выраженных приливо-отливных явлений. По одному виду (по 9.1%) входят в *бореальный предгорный* (сибирского хариуса) и *понтический пресноводный* (9-иглую колюшку) фаунистические комплексы (рис. 1).

Таблица. Видовой состав ихтиофауны малых рек северо-восточного Ямала

Семейства и виды	Недармаяха	Саямлекабтамбалаяха	Нахарванготояха	Хэм-Явияха
Длина реки, км	30	26	21	5
Coregonidae - сиговые				
Арктический омуль	+	+	+	+
Сибирская ряпушка	+	+	+	+
Сиг-пыжьян	-	+	-	-
Пелядь	+	-	-	-
Чир	-	+	-	+
Тугун	+	+	+	-
Thymallidae – хариусовые				
Сибирский хариус	+	+	-	-
Osmeridae – корюшковые				
Азиатская корюшка	-	+	+	+
Gasterosteidae – колюшковые				
Девятииглая колюшка	+	+	+	-
Cottidae – керчаковые				
Ледовитоморская рогатка	-	+	+	+
Gadidae – тресковые				
Навага	-	-	-	+
Число видов по рекам:	6	9	6	6

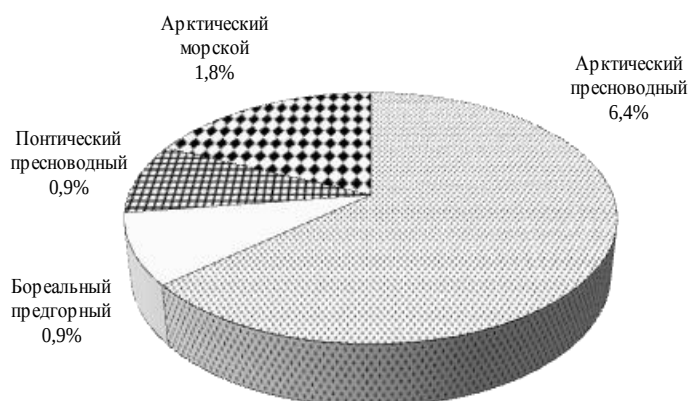


Рис. 1. Состав фаунистических комплексов рыб, обитающих в малых реках северо-восточного Ямала (по количеству видов).

По **характеру питания** все виды рыб, обитающие в малых реках с-в Ямала, можно отнести к четырем группам: зоопланктофагам, бентофагам, хищникам и эврифагам (включая смешанное питание) (рис. 2). Типично *планктонное* питание имеет более трети всех обследованных рыб (4 вида или 36.5%). В эту группу входят арктический омуль, сибирская ряпушка, пелядь и тугун. В то же время, мелкие формы зоопланктона потребляет молодь практически всех видов речных рыб на ранних этапах онтогенеза. Чуть меньшим, и равным количеством (по 3 вида или по 27.2%) характеризуются *бентофаги* (сиг, чир, ледовитоморская рогатка) и *эврифаги* (сибирский хариус, 9-иглая колюшка и навага), имеющие широкий пищевой спектр, включая и рыб со смешанным питанием, т.е. потребляющие лишь определенные виды корма. И лишь один вид (9.1%), а именно азиатская зубастая корюшка, характеризуется типично хищным питанием.

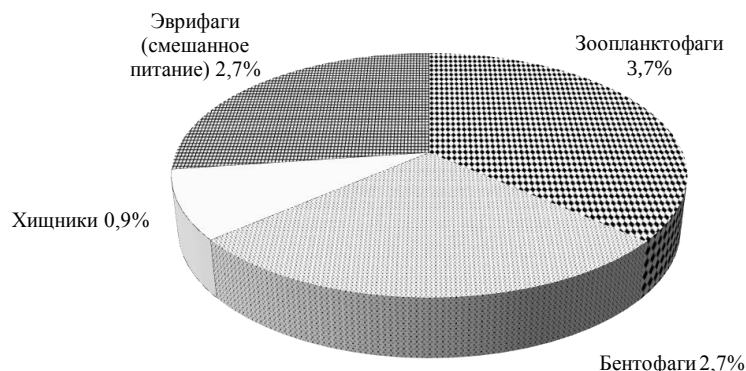


Рис. 2. Распределение видов рыб в малых реках с-в Ямала по характеру питания.

По **способу размножения и характеру предпочитаемого нерестового субстрата** практически все рыбы анализируемых водотоков относятся к видам, использующим для откладки икры определенный субстрат (рис. 3). Более 70% из них (8 видов) нерестятся на *каменистых* или *песчаных* участках дна. К лито- и псаммофилам относятся все сиговые, а также сибирский хариус и азиатская корюшка. Два вида (18.2%), а именно обитающие в устьевых частях рек морские рыбы навага и ледовитоморская рогатка, используют другие донные субстраты (в частности, глинистые и супесчаные участки). Один вид (9.1%) — 9-иглая колюшка устраивает для откладки икры травяное *гнездо*.

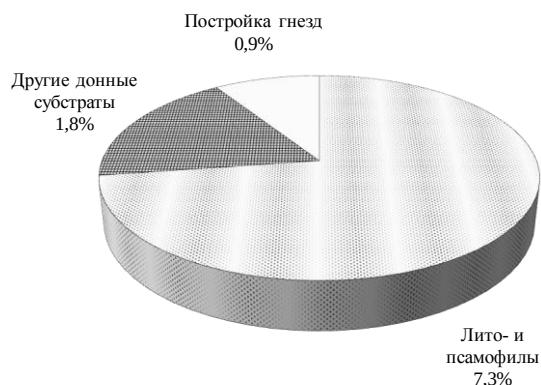


Рис. 3. Распределение видов рыб в малых реках с-в Ямала по характеру предпочитаемых нерестовых субстратов.

Относительно **сроков размножения** в составе ихтиофауны доминируют рыбы (6 видов или), нерест которых приходится на *осенний период*, включающие всех сиговых. По 2 вида (по 18.2%) откладывают икру *весной* (сибирский хариус и азиатская корюшка) и в *зимний период* (навага и ледовитоморская рогатка). В *поздней весне* и в *начале лета* в построенные травяные гнезда откладывают икру самки 9-иглой колюшки, которая затем активно охраняется самцами (9.1% от всех выявленных видов) (рис. 4).

В хозяйственном отношении все виды рыб, обитающие в малых реках северо-восточного Ямала, могут быть отнесены к следующим категориям.

Ценные промысловые виды — это рыбы, имеющие повышенный спрос в силу высоких потребительских качеств. В численном выражении они включают 7 видов (63.7%) от всей обследованной ихтиофауны. Это, прежде всего, все сиговые и азиатская зубастая корюшка. К *второстепенным (малоиспользуемым) промысловым рыбам* относится лишь один вид (9.1%), именно навага. *Непромысловыми рыбами* являются 2 вида (18.2%) — ледовитоморская рогатка и 9-иглая колюшка. И, наконец, к традиционным объектам *спортивно-любительского рыболовства*, имеющим серьезное значение в стимулировании и развитии рекреационных аспектов рыболовства на Севере, является один вид — арктический хариус.

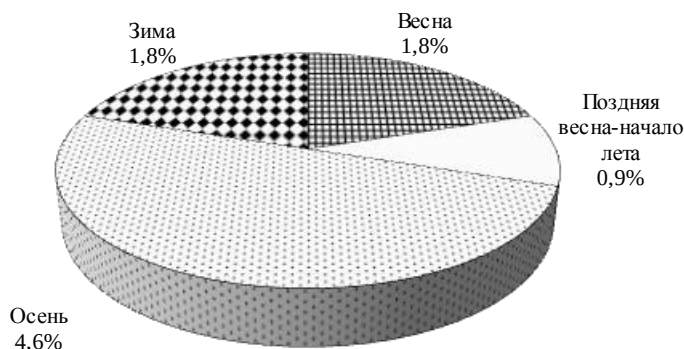


Рис. 4. Распределение видов рыб в р. малых реках с-в Ямала по периоду нереста.

В целом, уточненные сведения по составу ихтиофауны рек в различных регионах (разработка региональных каталогов рыб) могут служить основой при корректировке и дополнении полного списка рыб в континентальных водоемах России. Кроме того, эти данные могут быть полезными и при решении ряда научных и практических задач, связанных с рациональным использованием естественных водоемов и в хозяйственном аспекте. Актуальность этих задач в современных условиях определяется Стратегией развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 г., утвержденной Президентом РФ в феврале 2013 г.

Список литературы

- Андряшев А.П., Чернов Н.В. Аннотированный список рыбообразных и рыб морей Арктики и сопредельных вод // *Вопр. ихтиологии*. 1994. Т. 34, № 4. С. 435–456.
- Мельниченко И.П. Рыбные ресурсы полярной части Урала и западного Ямала: Автореф. дисс. канд. биол. наук. Екатеринбург, 2008. 24 с.
- Никольский Г.В. Структура вида и закономерности изменчивости рыб. М.: Пищевая пром-сть, 1980. 182 с.
- Природа Ямала /отв. ред. Л.Н. Добринский. Екатеринбург: Наука, 1995. 436 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 15. Алтай и Западная Сибирь. Вып. 3. Нижний Иртыш и Нижняя Обь / Под ред. Г. Д. Эйрих. Л.: Гидрометеиздат, 1964. 432 с.

УДК [579.843.2:556.115]:[597-12:577.18]

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ АЭРОМОНАД, ПЕРСИСТИРУЮЩИХ В ВОДОТОКАХ ДЕЛЬТЫ Р. ВОЛГИ И ИХ ПАТОГЕННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ

О. В. Обухова, Л. В. Ларцева*

*Астраханский Государственный Технический Университет, кафедра гидробиологии и общей экологии
414025, г. Астрахань, ул. Татищева, 16, E-mail: obuhowa-ov@yandex.ru*

**Астраханский Государственный Университет, кафедра экологии, природопользования, землеустройства и БЖД
414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20"а", E-mail: lartsevaolga@mail.ru*

В статье представлены данные о частой встречаемости аэромонад в воде и рыбе дельты р. Волги. Установлено, что они обладали высокой температурной адаптацией, факторами патогенности (протеазой, гемолизином и ДНКазной активностью) и множественной резистентностью к антибиотикам. Отмечено увеличение этих признаков в воде и рыбе от весны к осени, что определяет их эпидемиологическую значимость.

Ключевые слова: аэромонады, вода, рыба, факторы патогенности, антибиотики, резистентность, сезонная динамика.

SPECIES DIVERSITY OF AEROMONADS, PERSISTENT IN THE WATERWAYS OF THE DELTA R. VOLGA AND THEIR PATHOGENIC POTENTIAL

O. V. Obukhov, L. V. Lartseva*

*Astrakhan State Technical University, Department of Hydrobiology and General ecology
414025, Astrakhan, street Tatishchev, 16, E-mail: obuhowa-ov@yandex.ru*

**Astrakhan State University, Department of ecology, nature management, land management and health and safety
414056, Astrakhan, street Tatishchev, 20"a", E-mail: lartsevaolga@mail.ru*

The article presents the data about the frequent occurrence of aeromonads in water and fish of the Delta R. Volga. It is established that they had a high temperature adaptation, pathogenicity factors and multiple antibiotic resistance. The marked increase in these symptoms in water and fish from spring to autumn, which determines their epidemiological significance.

Keywords: aeromonads, water, fish, pathogenicity factors, antibiotics, resistance, seasonal dynamics.

Видовое разнообразие аэромонад обусловлено их индивидуальной изменчивостью — полиморфизмом, который, в свою очередь, определяется параметрами абиотической среды, в частности, температурным режимом (Юхименко и др., 2005). Влияние климатических колебаний на видовое разнообразие бактерий весьма ощутимо при смене сезонов года, к которым они быстро адаптируются. При этом температурная гетерогенность может уменьшать или увеличивать разнообразие видов. Кроме того, многоклеточные макроорганизмы

также вступают в симбиотические взаимоотношения с микроорганизмами, что определяет их совместную коэволюцию (Нетрусов и др., 2004; Коренберг, 2005).

Результаты многолетнего мониторинга показали доминирование аэромонад в Волго-Каспийском регионе в промысловых видах рыб (осетровые, судак, сазан, сом и др.), составляя в среднем 20.9%, в воде — 28.0% проб. Среди них преобладали *A. sobria*, *A. hydrophila* и *A. caviae* (Ларцева, 1998; Обухова и др., 2011). Симптоматично, что *A. hydrophila* зарегистрирован у больных людей с диарейным синдромом в 44.0%; *A. sobria* — в 41.2% случаях (Бойко, 1998; Журавлева, 1998).

Похожая тенденция отмечена в 1995–2010 гг. при исследовании судака и воды в местах его обитания. В этот период аэромонады зарегистрированы в воде весной в 14.7; летом — в 20.6; осенью — в 17.7% проб. В рыбе — весной в 17.9; летом — в 31.2; осенью — в 24.4% проб.

Способность их роста при 37°C отмечена в воде весной в 74.5; летом — в 87.9; осенью — в 94.8% случаев. Этот персистентный признак аэромонад в обоих биотопах возрастал от весны к осени в 1.3 раза ($p < 0.05$; $r = 0.87$). При этом, максимальные значения этой ферментативной активности во все сезоны года отмечены у *A. hydrophila*; минимальные — у *A. caviae* весной; у *A. schubertii* — летом и осенью.

Все водные штаммы аэромонад обладали маркерами патогенности: гемолизом, протеазой и ДНКазой весной в 66.3; 66.7 и 73.5%; летом — в 77.1; 75.7 и 80.3%; осенью — в 70.9; 82.8 и 87.3% случаев, соответственно. Их рыбные штаммы были гемолитически, протеолитически и ДНКазоактивны весной в 58.7; 60.0 и 64.4%; летом — в 61.4; 69.0 и 74.6%; осенью — в 70.9; 72.0 и 80.3% случаев, соответственно. Показатели этих факторов патогенности у водных штаммов в среднем были выше чем у рыбных в 1.2 раза ($p < 0.05$; $r = 0.81$), возрастая от весны к осени в 1.2 раза. При этом максимальные значения этих признаков во все сезоны года отмечены у водных и рыбных штаммов *A. hydrophila*; минимальные — у *A. caviae* и *A. schubertii*.

В настоящее время вследствие широкого использования антибиотиков в медицине, ветеринарии, аквакультуре в окружающей среде циркулируют штаммы бактерий, устойчивых к этим препаратам (Кальницкая, 2010; Анганова и др., 2008; Rossolini et al., 2008).

Исследована резистентность аэромонад, выделенных из воды и рыбы к 9 антибиотикам, принадлежащих к различным фармакологическим группам: ампициллин, бензилпенициллин, левовицетин, стрептомицин, тетрациклин, тобромицин, фурадонин, цефазолин и эритромицин. Установлена максимальная резистентность анализируемых микроорганизмов, независимо от биотопа и сезонов года к бензилпенициллину и ампициллину — водные штаммы в 93.1 и 88.0%; рыбные — 77.5 и 75.7% проб, соответственно. Минимальная устойчивость зарегистрирована в отношении левовицетина и тобромицина — у водных штаммов — 3.6 и 3.0%; у рыбных — 3.1 и 2.4% проб, соответственно. Во всех случаях, средние показатели резистентности к испытуемым антибиотикам у водных штаммов аэромонад были в 1.2 раза выше, чем у рыбных ($p < 0.05$; $r = 0.87$) и возрастали от весны к осени. Водные штаммы были к ним устойчивы весной в 33.6; летом — в 36.8; осенью — в 46.7% случаев. Рыбные штаммы показали резистентность ко всем препаратам весной — в 28.1; летом — в 31.1; осенью — в 39.4% случаев. Во все сезоны изоляты аэромонад, выделенные из кишечника рыб проявляли устойчивость ко всем испытуемым препаратам в 1.3–1.6 раз ниже, чем выделенные из жаберной ткани и воды. Это очевидно связано со сложными биотическими взаимоотношениями аллохтонной и автохтонной микрофлоры кишечника, а также его собственной иммунной системой, что согласуется с литературными данными (Уголев, 1993; Заботкина и др., 2005). При этом максимальная полирезистентность была характерна для водных и рыбных штаммов *A. hydrophila* и *A. sobria*; минимальная — для *A. caviae*. Однако, существенных различий в антибиотикорезистентности анализируемых бактерий по дельтовым районам, как у энтеробактерий (Обухова и др., 2013), нами не установлено.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о значительном распространении в воде и рыбе аэромонад, которые обладают широким диапазоном толерантности к факторам патогенности и полирезистентностью к антибиотикам, особенно в летне-осенний сезон, обуславливая экологическое и эпидемиологическое неблагополучие в дельте р. Волги.

Список литературы

- Анганова Е.В., Курносоев А.Д., Самойлова И.Ю., Савилов Е.Д. Антибиотикорезистентность бактерий микробиоценозов водных объектов как показатель антропогенной нагрузки на водоем (на примере р. Лены) // Сибирский медицинский журнал. 2008. № 1. С. 75–76.
- Бойко А.В. Микробиологические и экологические аспекты паразитизма вибриофлоры и аэромонад // Автореф. дис. ... доктора мед. наук. Челябинск. 1998. 43с.
- Журавлева Л.А. Распространенность аэромонад в регионе дельты Волги и некоторые эпидемиологические особенности заболеваний, вызываемых ими // Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1998. 14 с.
- Заботкина Е.А., Лапирова Т.Б., Микряков В.Р. Методы оценки иммунологического статуса пресноводных костистых рыб // Расширенные мат. Всерос. научно-практич. конф. «Эпизоотологический мониторинг в аквакультуре: состояние и перспективы». М., 2005. С. 40–44.
- Кальницкая О.И., Уша Б.В., Мишиев Э.А. Ветеринарно-санитарная оценка продуктов животного происхождения, содержащих антибиотики // Ветеринария. 2010. № 2. С. 61–63.
- Коренберг Э.И. Переадаптивное происхождение возбудителей природноочаговых зоонозов // Успехи современной биологии. М. 2005. 125, № 2. С. 131–139.
- Ларцева Л.В. Гигиеническая оценка по микробиологическим показателям рыбы и рыбных продуктов Волго-Каспийского региона // Автореф. дис. ... доктора биол. наук. М., 1998.
- Нетрусов А.И. Экология микроорганизмов. Учебник для студентов вузов. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 272с.

- Обухова О.В., Ларцева Л.В. Мониторинг антибиотикорезистентности энтеробактерий, выделенных от судака (*Stizostedion luciperca* L.) и воды в местах его обитания // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. 2013. № 1. Астрахань: Изд-во АГТУ. С. 65–74.
- Обухова О.В., Ларцева Л.В., Лисицкая И.А. Роль аэромонад в мониторинге гидроэкосистемы Волго-Каспийского региона // Гигиена и санитария. 2011. № 3. С. 15–17.
- Уголев А.М., Кузьмина В.В. Пищеварительные процессы и адаптация у рыб. СПб.: Гидрометиздат, 1993. 238 с.
- Юхименко Л.Н., Бычкова Л.И., Гаврилкин К.В., Трифонова Е.С. Проблема экологической безопасности лечебных и профилактических мероприятий в рыболовстве // Мат. Междунар. научно-практич. конф. «Аквакультура и интегральные технологии: проблемы и возможности», Москва, 11–13 апреля 2005. Т. 2. М., 2005. С. 344–347.
- Rossolini G.M., Manteugoli E. Antimicrobial resistance in Europe and its potential impact on empirical therapy // Clin. Microbiol. and Infec. 2008. № 14. P. 33–41.

УДК 574 (597.599.322.3)

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ О ВЛИЯНИИ БОБРА (*CASTOR FIBER*) НА ИХТИОФАУНУ МАЛЫХ СТЕПНЫХ РЕК СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ В УСЛОВИЯХ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ

В. В. Осипов

Государственный природный заповедник «Приволжская лесостепь», 440031,
г. Пенза, ул. Окружная 12 а, e-mail: osipovv@mail.ru

Получены новые данные о рыбном населении в бобровых местообитаниях лесостепной зоны и в частности в долинах степных рек на территории заповедника «Приволжская лесостепь». Показано, что плотины, построенные бобром, могут способствовать физической изоляции рыб населяющих верхние участки реки, и влиять на их видовой состав и численность.

Ключевые слова: речной бобр *Castor fiber* L., рыбное население, малые реки, особо охраняемые территории.

The new data on fish population in the beaver habitat in the forest-steppe zone and particular in the valleys of the steppe rivers on the territory of "Privolzhskaya lesostep" reserve obtained. It is shown that the dams built by the beaver can cause physical isolation of the fish inhabit upper parts of the river and influence their species composition and population size.

Keywords: beaver – *Castor fiber* L., fish population, small rivers, nature reserves.

В последние годы в экосистемах малых рек РФ происходят активные процессы изменения природных сообществ из-за восстановления численности бобров. В результате нехватки подходящих биотопов и дефицита кормов, бобры начинают осваивать даже степные местообитания. Исследования проведены на базе государственного природного заповедника «Приволжская лесостепь». Заповедник «Приволжская лесостепь» является кластерным и состоит из пяти удаленных друг от друга участков. Из них два находятся в лесной зоне, два в лесостепной и один в степной зонах. Самый западный из участков находится у истоков р. Хопра (Островцовская лесостепь), самый восточный — у истоков р. Суры (Верховья Суры). Благодаря подобному географическому положению в заповеднике представлен широкий спектр природных условий, характерных для лесостепной зоны Среднего Поволжья (Добролюбова и др., 2002). Среди степных участков, ихтиофауна наиболее развита на участке «Островцовская лесостепь». Целью работы стало изучение влияния средообразующей деятельности бобра на видовой состав и пространственное распределение рыбного населения малых рек участка «Островцовская лесостепь» и его охранной зоны. Исследование является продолжением работ по изучению влияния средообразующей деятельности бобра на водотоки заповедника, начатых в 2008 г. на лесном участке «Верховья Суры» (Осипов, 2011).

Островцовская лесостепь расположена на водоразделе между долинами двух рек Арчады и Хопер. Площадь участка 352 га, протяженность с востока на запад 3.9 км, с севера на юг — 2.2 км. Участок находится в Колышлейском районе Пензенской области (52°49' – 52°50' с.ш. и 44°23' – 44°27' в.д.) и занимает часть водораздела и склон разветвленного оврага (Добролюбова и др., 2002). По дну балки протекает р. Скрипицинка (правый приток р. Хопер), разделяющая участок на две части — южный и северный. С южной стороны заповедной территории в речку впадает ручей без названия в дальнейшем называемый нами «Южный». Длина главного водотока системы р. Скрипицинка — 11.2 км, площадь водосбора — 44 км². (Неворотов, Новикова, 2012). В верхнем течении речки за пределами заповедника расположены два небольших заброшенных антропогенных пруда. Река Скрипицинка насчитывает 33 бобровые плотины на 8.95 км исследованного русла. Общая длина руч. Южный 4.0 км, из которых 1.5 км приходится на территорию заповедника и охранную зону и насчитывает 26 бобровых плотин.

Для отлова рыбы использовались подъемник 1×1 м с ячейкой 3 мм, 3 сети длиной 5 м и диаметром ячеей 10 мм, а так же 6 ловушек (типа верша). Из шести вершей три было с ячейей 5 мм, длиной 700 мм, с диаметром входного отверстия 120 мм и три с ячейей 2 мм, длиной 350 мм, с диаметром входного отверстия 60 мм. Отловы мальковым подъемником делали в апреле – мае 2014 г. Отловы сетями и ловушками производились в июне и июле 2014 г. Всего выполнено 18 постановок вершей с общим объемом наблюдений 12 ловушко/суток. Для каждого биотопа для определения численности рыб на единицу площади облавливали 10 м². Всего было поймано 274 экз. рыб. Пойманную рыбу подвергали неполному биологическому анализу. Кроме того, проводились замеры скорости течения, расхода, растворенного кислорода и pH. Для изучения изменений, происходящих в структуре рыбного населения Островцовской лесостепи, было выбрано 5 станций на р. Скрипицинка и 2 станции на руч. Южный.

Станция 1 на р. Скрипицынка представляла собой небольшой бобровый пруд руслового типа, глубиной 0.5–0.8 м, шириной 3.5–4.0 м, площадью около 0.4 га, грунт илисто-песчаный, берега заросшие ивняком и черной ольхой. Ширина поймы 10–50 м. Пруд являлся самым нижним в каскаде других прудов водотока. В июне бобры покинули пруд и плотина разрушилась. Поэтому с июня станция стала называться «спущенный бобровый пруд». Отловы на этой станции производились мальковым подъемником и вершами.

Станция 2 представляла собой узкий русловый участок, расположенный ниже бобровой плотины ст. 1, длиной 30 м, шириной 1.5–2.5 м. Глубина участка была 0.1–0.2 м, грунт песчано-галечниковый. Берег относительно открытый с небольшими зарослями ивняка и старыми бобровыми погрызами ольхи. В 2012 г. на этом месте находился бобровый пруд. В виду мелководности отловы на этом участке производились только мальковым подъемником.

Станция 3 так же являлась русловым участком и находилась в самой нижней части ручья в 300 м от места впадения речки в р. Хопер. Длина изученного участка 50 м, ширина 2–2.5 м, глубина 0.2–0.4 м, грунт песчаный и песчано-илистый. Берега высотой 3–4 м, заросшие черной ольхой. Пойма выражена слабо. Свежих следов деятельности бобра не наблюдалось. Этот биотоп в наименьшей степени был подвержен бобровой деятельности. Отловы рыбы производились мальковым подъемником и сетью.

Станция 4 располагалась в верхней части водотока и представляла собой бобровый пруд, глубиной 0.6–1.2 м, шириной 4.0–5.0 м, площадью около 0.6 га, грунт песчано-илистый, вдоль берега были развиты заросли ивы. Правый берег обрывистый, левый относительно пологий, древесная растительность практически отсутствовала. Отловы производились мальковым подъемником.

Станция 5 представляла собой изолированный бобровыми прудами русловый участок в среднем течении речки глубиной 0.4–0.5 м, шириной 2.0–3.0 м и длиной 10 м. Правый берег не имел выраженной поймы и представлял собой обрыв высотой 5–6 м, местами заросший дикой вишней и торном. Левый берег более пологий с выраженной поймой 50–100 м, заросшей черной ольхой. Отловы в данном биотопе производились только вершами.

Ручей Южный несколько меньше р. Скрипицынки. Водоток вытекает из небольшого (около 7 га) антропогенного пруда. Общая длина ручья составляет 4.0 км, на территории заповедника и охранный зоны около 1.5 км. Нижнее течение ручья представляет собой непрерывный каскад бобровых прудов.

Станция 1 на руч. Южный представляла собой «старый» бобровый пруд площадью около 0.7 га, шириной 3.0–10.0 м, глубиной 1.0–1.6 м, дно сильно заиленное и коряжистое. Поверхность пруда обильно зарастает ряской. Пойма слабо выражена, берега обрывистые 3.0–4.0 м высотой. Древесная растительность почти отсутствует. Бобры населяют пруд более 4 лет. Отловы на пруду производились мальковым подъемником и вершами.

Станция 2 находилась в 200 м ниже по течению ручья, и представляла собой небольшой русловый участок длиной 7 м, глубиной 0.5–0.7 м, шириной 1.5–2.0 м, грунт илисто-песчаный, течение выжарено очень слабо. Ряска отсутствовала. Вдоль берега присутствовали небольшие заросли ивы. Отловы здесь проводили сетью.

Гидрологические параметры исследованных станций представлены в таблице 1.

Таблица 1. Некоторые гидрологические параметры исследованных станций

Станция (водоток)	Скорость течения	Расход	pH	Кислород, мг/л
1 (р. Скрипицынка)	0.08	0.0224	7,9	7.4
2 (р. Скрипицынка)	0.37	0.1665	8,1	9.2
3 (р. Скрипицынка)	0.25	0.075	8,1	8.4
4 (р. Скрипицынка)	0.06	-	8	4.8
1 (Южный ручей)	0.04	0.000732	8	0.4

В результате проведенных исследований в водотоках участка «Островцовская лесостепь» было обнаружено 7 видов рыб (табл. 2). Из них 6 видов присутствуют на Скрипицынке и только 3 на Южном.

Таблица 2. Состав рыбного населения исследованных водотоков «Островцовской лесостепи»

Вид	Водоток	
	Скрипицынка	Южный
Верховка <i>Leucaspis delineatus</i>	+	+
Золотой карась <i>Carassius carassius</i>	-	+
Усатый голец <i>Barbatula barbatula</i>	+	-
Балтийская щиповка <i>Sabanejewia baltica</i>	+	-
Украинская минога <i>Eudontomyzon mariae</i>	+	-
Вьюн <i>Misgurnus fossilis</i>	+	-
Щука <i>Esox lucius</i>	+	+

Как показывает анализ распределения рыб на исследованных станциях р. Скрипицынка (табл. 3), видовой состав, биомасса и численность во много обусловлены типом биотопа. Наибольшей численностью на всех станциях выделялась верховка. Особенно много верховки было в бобровых прудах на станциях 1 и 4. На ст. 1 в уловах была представлена только верховка. Как по биомассе, так и по численности это станция выделялась самыми высокими величинами. На русловых участках ситуация несколько иная.

Ихтиофауна была более разнообразной и насчитывала 4 вида. И если в них по численности доминировала верховка, то по биомассе на ст. 2 выделялись минога, а на третьей — усатый голец. Поимка миноги имеет сезонный характер. Так как в период облова в конце мая из р. Хопер в р. Скрипицынка наблюдался массовый

ход миноги на нерест. Причем, на наших глазах нерестующие особи в большом количестве скапливались у первой бобровой плотины (ст. 1), и не могли её преодолеть. Отсутствие в уловах миноги в выше расположенных участках, позволяет предположить, что бобровые пруды могут негативно влиять на размножение этого вида, занесенного в Красную книгу РФ. На ст. 3 кроме гольца, так же присутствовала минога, преимущественно личинки, что свидетельствует о нерестовом значении водотока для этой рыбы. Помимо миноги на русловых участках поймана балтийская щиповка (вид, занесенный в Красную книгу Пензенской области), так же больше не встречающаяся на других станциях.

Таблица 3. Видовой состав и пространственное распределение рыб на р. Скрипицинка, апрель–май 2014 г., мальковый подъемник 1×1 м²

Станция	Вид	п	Биомасса, г	экз./м ²	г/м ²
1 (пруд)	Верховка	148	59.8	14.8	6.0
	Всего:	148	59.8	14.8	6.0
2 (русло)	Верховка	51	16.8	5.1	1.7
	Голец	3	5	0.3	0.5
	Щиповка балтийская	1	3.8	0.1	0.4
	Украинская минога	5	32.4	0.5	3.2
	Всего:	60	58	6.0	5.8
3 (русло)	Верховка	9	4.3	0.9	0.4
	Голец	7	15.8	0.7	1.6
	Щиповка балтийская	2	5.3	0.2	0.5
	Минога	1	4.9	0.1	0.5
	Минога (пескоройки)	5	6.0	0.5	0.6
	Всего:	24	36.3	2.4	3.6
4 (пруд)	Верховка	10	2.4	1	0.2
	Голец	1	0.3	0.1	0.03
	Щука (сеголетки)	3	1.1	0.3	0.1
	Всего:	14	3.8	1.4	0.3

Станция 4 выделялась самой низкой биомассой и численностью среди всех станций, зато имела по сравнению с другими прудами более разнообразную ихтиофауну — 3 вида. Здесь в уловах периодически ловились сеголетки щуки, неотмечаемые в нижнем течении реки. Вероятно, водоем выступает местом нереста для этого вида.

В виду селективности орудий лова, было решено производить отловы жаберными сетями вершами. К сожалению, в поставленные в трех биотопах (станции 3 и 5 на р. Скрипицинка и ст. 2 на руч. Южный) сети не попало ни одной рыбы. Уловы вершами оказались более эффективными. В них были пойманы два новых для участка вида: золотой карась и вьюн. Структура уловов этими орудиями лова представлена в таблице 4.

Таблица 4. Видовой состав уловов вершами на р. Скрипицинка и руч. Южный, июнь–июль 2014 г.

Станция	Вид	п
5 (изолированный русловый участок, р. Скрипицинка)	усатый голец	14
1 (спущенный пруд, р. Скрипицинка)	верховка	1
	вьюн	1
	усатый голец	8
1 («старый» бобровый пруд, ручей Южный)	щука (juv)	1
	золотой карась	2

Как видно из выше представленной таблицы, ихтиофауна изолированного руслового участка (ст. 5) была самой бедной. В уловах встречался исключительно голец. Более богатым в видовом отношении оказался спущенный бобровый пруд. Когда на ст. 1 был полноценный бобровый пруд, в уловах доминировала верховка. После того, как пруд забросили бобры, и уровень резко упал, более благоприятные условия сложились для усатого гольца. Кроме того, впервые для участка на этой станции отмечен вьюн. Видовой состав «старого» бобрового пруда (ст. 1, руч. Южный) заметно отличался от прочих станций с водоподпором. Только здесь в уловах не встречались голец и верховка, а отмечены щука и золотой карась (в том числе и сеголетки). Появление этих видов в уловах связано, по нашему мнению, с расположенным в 3 км выше по течению антропогенным прудом, в ихтиофауне которого по сообщениям местных жителей присутствуют щука и карась. Отсутствие гольца и верховки на этой станции можно объяснить очень низким содержанием кислорода в воде (табл. 1).

Таким образом, видовой состав и пространственное распределение рыбного населения водотоков участка «Островцовская лесостепь» обусловлен двумя основными факторами. Во-первых, типом и этапом сукцессии биотопа, подверженного средообразующей деятельности бобра. Во-вторых, физической изоляцией рыб разных участков водотоков, благодаря построенному бобром каскаду плотин. Причем оба фактора действуют в комплексе. По данным Н.А. Завьялова с соавторами (2005) «старые» бобровые пруды по сравнению с молодыми характеризуются более многочисленной и богатой ихтиофауной. В нашем случае молодой пруд на ст. 4, расположенный в верхнем течении реки характеризуется более разнообразным рыбным населением, но крайне низкой биомассой. Второй молодой пруд (ст. 1) отличался низким видовым разнообразием и самой высокой среди всех исследованных станций биомассой. Наш «старый» бобровый пруд на руч. Южный занимал промежуточ-

ное положение, имея средние показатели по численности, при чем в нем отсутствовали доминирующие в других биотопах голец и верховка, для которых в пруду сложилась малоблагоприятная среда обитания. Более высокое разнообразие прудов в верховьях, вероятно, связано с наличием в верхнем течении водотоков антропогенных прудов, которые могут выступать для них своеобразными рефугиумами (в частности для щуки и золотого карася) и местами нереста. Широкому распространению последних видов в нижние участки рек препятствуют большой каскад бобровых плотин. Например, на руч. Южный на 1 км русла приходится 6.5 плотин. Самым высоким разнообразием видов отличались нижние русловые участки (станции 2 и 3 на р. Скрипицинка) — 4 вида. Самым бедным видовым составом отличался русловый участок (ст. 5), расположенный в среднем течении реки — 1 вид.

Таким образом, расположенные ниже бобровых плотин, участки оказываются более заселенными рыбами, которые могут сюда проникать из р. Хопер, в частности, минога, щиповка и голец. Верховка может попадать сюда из выше расположенных плотин. Изолированный русловый участок не получает «подпитку» из нижних участков реки из-за бобровых плотин. Верхние участки водотока характеризуются низкой численностью рыб, зарегулированы и, по-видимому, не оказывают большого влияния на этот биотоп. Необходимо отметить и негативную роль, которую играют бобровые плотины на малых реках заповедника, создавая непреодолимые преграды на пути нерестовых миграций миноги. В целом, ихтиофауна Островцовской лесостепи еще требует более детального изучения.

Работа поддержана грантом РФФИ 14-04-31458 мол_а. Искренне благодарен за помощь при проведении работ и консультации сотрудникам ИПЭЭ РАН И.В. Башинскому, Ю.Ю. Дгебуадзе.

Список литературы

- Добролюбова Т.В., Добролюбов А.Н., Кудрецов А.Ю., Лебяжинская И.П. Государственный природный заповедник «Приволжская лесостепь» (Физико-географическая характеристика и биологическое разнообразие природных комплексов). Пенза, 2002. 91 с.
- Завьялов Н.А., Крылов А.В., Бобров А.А., Иванов В.К., Дгебуадзе Ю.Ю. Влияние речного бобра на экосистемы малых рек. М.: Наука, 2005. 186 с.
- Неворотов А.И., Новикова Л.А. Физико-географические условия Островцовской лесостепи // Биологическое разнообразие и динамика природных процессов в заповеднике «Приволжская лесостепь: Тр. Гос. заповедника «Приволжская лесостепь». Вып. 2. Пенза, 2012. С. 7–10.
- Осинов В.В. Влияние средообразующей деятельности речного бобра *Castor fiber* на рыбные ассоциации малых рек заповедника «Приволжская лесостепь» // Поволжский экологический журнал. 2011. № 3. С. 278–286.

УДК:556.114.6:546.72(47.316)

СОДЕРЖАНИЕ ЖЕЛЕЗА В ВОДЕ УСТЬЕВОЙ ОБЛАСТИ МАЛОЙ РЕКИ ИЛЬД БАССЕЙНА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Н. Г. Отюкова

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанова РАН,
1525742, п. Борок, Ярославская обл., Некоузский р-н, ong@ibiw.yaroslavl.ru

В устьевой области малой реки прослеживается закономерная зависимость содержания железа от сезона и характера питания реки.

Ключевые слова: малая река, устьевая область, железо валовое, растворенное, взвешенное.

In the mouth section of a small river a correlation between iron content and seasonal alimentation of the river has been recorded.

Keywords: small river, mouth section, total iron, dissolved iron, suspended iron.

Железо является одним из важнейших биогенных элементов. Речными водами от 50 до 75% железа может переноситься в составе растворенного органического вещества (Глаголева, 1959). Главной миграционной формой железа в природных водах является взвешенная, в речных водах она составляет до 90% суммарного его количества (Глаголева, 1959; Соломин, 1967). Преобладает взвешенное железо над растворенным и в водах Мирового океана (Глаголева, 1959; Степанова, 1976). Формы миграции железа в речных водах меняются в годовом цикле в зависимости от количества взвешенного вещества.

Изучено сезонное распределение железа общего и растворенного по горизонтам в устьевой области малой р. Ильд бассейна Рыбинского водохранилища с 2006 по 2010 гг. По физико-химическим параметрам водных масс произведено районирование устьевой области (Крылов и др., 2010).

Гидрохимический состав определяется характером питания реки и природными условиями на водосборе. Верховье реки сильно заболочено, высокая цветность воды в реке обусловлена преимущественно комплексами железа с гумусовыми веществами (Отюкова, 2009).

Минимальному содержанию количества растворенных форм железа способствует мелководность водоема, воды которого наиболее прогреты и где уже в первой половине мая наблюдается интенсивное развитие фитопланктона. Железо утилизируется фитопланктоном и переходит во взвешенную форму.

При минерализации отмершего планктона железо выделяется в раствор в виде железоорганических соединений или, частично, в виде $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Поэтому, учитывая высокую скорость минерализации планктона в период максимального прогрева водоема, по всей исследованной акватории увеличивается содержание растворенного органического железа в среднем и придонном горизонтах весной и летом (табл. 1).

Таблица 1. Среднемноголетние (2006–2010 гг.) значения гидрохимических показателей в устьевой области р. Ильдъ (поверхностный горизонт) по сезонам (в скобках приведены min–max)

Показатель	Зона	Зима	Весна	Лето	Осень
ПО, мгО/дм ³	I*	6.4 (2.6–11.6)	21.2 (16.0–27.0)	11.6 (1.0–27.9)	4.9 (2.7–9.5)
	IIa	10.5 (3.7–18.0)	19.3 (10.4–28.0)	13.2 (1.0–29.3)	5.1 (3.3–10.9)
	IIb	13.4 (9.1–18.2)	19.4 (10.4–28.8)	17.0 (7.6–27.1)	10.4 (4.8–17.7)
	IIc	13.1 (9.8–16.2)	15.9 (8.4–23.4)	14.8 (10.5–20.8)	10.5 (6.2–16.2)
	III	—**	9.8 (3.5–15.6)	13.1 (9.1–17.2)	13.5 (13.0–14.0)
ХПК, мгО/дм ³	I	14.0 (7.8–22.3)	41.5 (30.0–64.4)	26.5 (10.0–53.0)	15.0 (7.0–24.0)
	IIa	17.8 (6.0–36.1)	42.3 (22.3–67.4)	36.2 (6.0–104.0)	17.1 (8.7–35.6)
	IIb	28.4 (13.9–58.6)	41.3 (29.2–59.8)	44.1 (25.2–68.2)	25.6 (11.2–17.7)
	IIc	23.1 (15.8–31.6)	33.9 (22.9–53.8)	38.0 (18.3–68.6)	23.1 (14.8–34.5)
	III	—	24.0 (17.3–28.4)	34.0 (18.9–49.3)	27.2 (18.3–36.0)
Взвеш. вещ., мг/дм ³	I	6.0 (1.0–11.0)	16.3 (9.0–20.0)	10.0 (1.5–23.0)	8.0 (4.0–17.0)
	IIa	16.4 (2.0–58.5)	17.4 (8.0–29.0)	18.4 (4.0–81.0)	9.5 (5.0–21.0)
	IIb	10.5 (3.0–33.0)	14.8 (5.0–26.5)	21.0 (3.0–52.0)	13.7 (7.0–25.0)
	IIc	5.8 (2.0–17.0)	11.3 (4.0–22.0)	15.4 (2.0–39.0)	8.9 (1.0–27.0)
	III	—	12.0 (6.0–16.0)	13.6 (8.0–27.0)	5.0 (4.0–6.0)
Fe общ., мг/дм ³	I	0.41 (0.11–0.94)	0.85 (1.01–0.77)	0.45 (0.16–1.03)	0.25 (0.14–0.34)
	IIa	0.65 (0.27–1.49)	0.70 (0.31–0.99)	0.46 (0.12–1.08)	0.31 (0.13–0.58)
	IIb	0.54 (0.33–0.86)	0.56 (0.28–1.06)	0.44 (0.16–10.0)	0.37 (0.18–1.71)
	IIc	0.39 (0.11–0.63)	0.39 (0.2–0.6)	0.35 (0.1–0.9)	0.23 (0.1–0.39)
	III	—	0.25 (0.15–0.34)	0.18 (0.04–0.34)	0.22 (0.21–0.22)
Fe раств., мг/дм ³	I	0.20 (0.02–0.71)	0.47 (0.21–0.77)	0.20 (0.02–0.62)	0.08 (0.04–0.11)
	IIa	0.11 (0.04–0.31)	0.42 (0.22–0.60)	0.15 (0.02–0.64)	0.07 (0.03–0.1)
	IIb	0.13 (0.04–0.22)	0.34 (0.13–0.59)	0.2 (0.03–0.54)	0.08 (0.03–0.17)
	IIc	0.09 (0.08–0.11)	0.26 (0.06–0.47)	0.17 (0.01–0.50)	0.08 (0.03–0.21)
	III	—	0.15 (0.09–0.25)	0.10 (0.01–0.27)	0.11 (0.11–0.11)
цветность, град.	I	40 (15–106)	182 (83–237)	86 (25–224)	27 (20–37)
	IIa	42 (15–97)	194 (80–245)	99 (22–250)	27 (19–44)
	IIb	76 (24–136)	174 (90–230)	118 (45–232)	45 (21–70)
	IIc	63 (48–94)	118 (75–170)	91 (50–202)	48 (27–67)
	III	—	92 (73–103)	89 (59–118)	63 (59–67)

Примечание. *Здесь и в табл. 2: I — зона свободного течения притока; II — устьевая область: IIa — переходная зона притока; IIb — фронтальная зона; IIc — переходная зона приемника; III — водохранилище; ** — данные отсутствуют.

Около 85% продукции фитопланктона относится к нестойкому ОВ, минерализующемуся в течение нескольких дней (Кузнецов, 1955; Скопинцев, 1947). Наиболее отчетливо вертикальная стратификация железа наблюдается в теплое время года и в штилевую погоду, когда нет вертикального перемешивания водных масс.

В придонных слоях, где, как правило, наблюдается дефицит кислорода, железо переходит в раствор, увеличивая концентрацию у дна (табл. 2). Также большие концентрации железа в придонном слое являются следствием минерализации ОВ, а малые концентрации в поверхностном слое объясняются потреблением его фитопланктоном.

Таблица 2. Среднемноголетние (2006–2010 гг.) значения $Fe_{вал}$ ($мг/дм^3$) в устьевой области р. Ильдь по горизонтам

	Зона	Зима	Весна	Лето	Осень
Поверхность	I	0.41	0.85	0.45	0.25
	Па	0.65	0.70	0.46	0.31
	Пб	0.54	0.56	0.44	0.37
	Пв	0.39	0.39	0.35	0.23
	III	—	0.25	0.18	0.22
	—	—	—	—	—
Середина	I	—	—	—	—
	Па	—	0.65	0.47	0.30
	Пб	0.73	0.57	0.50	0.31
	Пв	0.65	0.45	0.39	0.51
	III	—	0.19	0.27	—
	—	—	—	—	—
Дно	I	—	—	—	—
	Па	1.04	0.74	0.54	0.63
	Пб	0.75	0.70	0.72	0.49
	Пв	0.69	0.51	0.62	0.66
	III	—	0.19	0.78	—
	—	—	—	—	—

В половодье в устьевую область с речным потоком поступают преимущественно поверхностно-склоновые воды. Эти воды богаты органическими веществами, содержащими значительные количества гуминовых веществ и железоорганических комплексов, что обеспечивает максимальные значения цветности, перманганатной окисляемости, железа общего и растворенного (табл. 1). Установлена прямая зависимость цветности воды от перманганатной окисляемости, что характерно для незагрязненных водоемов.

Одним из наиболее характерных показателей, позволяющих получить представление о формах существования железа в водоеме, является соотношение $Fe_{раств.}/Fe_{взв.}$. Весной в исследованных зонах устьевой области р. Ильдь оно составляет 1.2–2.0, т.е. доминируют растворенные формы железа над взвешенными.

В период перехода от половодья к межени преобладают воды почвенно-грунтового происхождения. При этом значения минерализации увеличиваются. Содержание органических веществ, железа и цветность воды снижаются.

В летнюю межень смена водного питания (сокращается доля поверхностно-склонового стока) сказывается на снижении цветности воды. Количество органического и взвешенных веществ увеличивается от зоны свободного течения к переходной зоне приемника и снижается в водохранилище. Максимальные значения легкоокисляющегося органического вещества, взвеси отмечаются во фронтальной зоне.

В зоне подпора происходит аккумуляция органических веществ, приносимых рекой. Установлено, что в водохранилище происходит снижение окисляемости, т.е. водная толща теряет часть приносимого реками органического вещества (Рыбинское ..., 1972). В результате в устьевой области количество органики выше, чем в зоне свободного течения и в водохранилище.

В летнюю межень величина отношения $Fe_{раств.}/Fe_{взв.}$ на изучаемой акватории снижается по сравнению с весенним сезоном и составляет 0.48–1.25, что свидетельствует о преобладании растворенных форм железа над взвешенными.

Осенью по сравнению с летним сезоном уменьшается количество органических веществ, железа общего и растворенного, значения цветности. Коэффициент $Fe_{раств.}/Fe_{взв.}$ на участке от зоны свободного течения реки до фронтальной зоны снижается до 0.20–0.28, органическое вещество представлено свежееобразованными соединениями, преобладает взвешенная форма железа над растворенной. На участке от переходной зоны приемника до водохранилища, напротив, значение отношения остается высоким и составляет 0.53–1.0, что указывает на преобладание растворенной формы железа. При этом во фронтальной зоне сохраняются максимальные значения ХПК, ПО, взвеси и отличаются от таковых в зоне свободного течения в 1.7, 2.1, 1.7 раз соответственно. Далее к водохранилищу значения этих показателей снижаются.

В зимнюю межень основная масса органического вещества представлена стойким к биохимическому окислению веществом гумусовой природы, что подтверждается величиной отношения ПО/ХПК, превышающей 40%. На участке свободного течения реки доминируют растворенные формы железа (величина отношения $Fe_{раств.}/Fe_{взв.} = 0.95$); в устьевой области картина другая, там соотношение $Fe_{раств.}/Fe_{взв.}$ составляет 0.2–0.32, что свидетельствует о преобладании взвешенных форм железа в этот сезон.

В устьевой области притока отчетливо прослеживается сезонная динамика содержания железа, зависимость его от характера питания реки. Здесь отлагается большая часть приносимых рекой наносов, задерживаются и накапливаются растворенные в воде вещества.

Список литературы

Глаголева М.А. Формы миграции элементов в речных водах // К познанию диагенеза осадков. М., 1959. С. 5–28.

- Крылов А.В., Цветков А.И., Малин М.И., Романенко А.В., Поддубный С.А., Отыюкова Н.Г. Сообщества гидробионтов и физико-химические параметры устьевой области притока равнинного водохранилища // Биология внутр. вод. 2010. № 1. С. 65–75.
- Кузнецов С.И. Роль микроорганизмов в круговороте веществ в водоемах. М., 1955. 289 с.
- Отюкова Н.Г. Некоторые аспекты гидрохимического режима малой реки в условиях зоогенного нарушения // Водные ресурсы. 2009. Т. 36, № 5. С. 633–638
- Скопинцев Б.А. О скорости разложения органического вещества отмершего планктона // ДАН СССР. 1947. Т. 58, № 8. С. 1797–1800.
- Соломин Г.А. Ионные равновесия железа в природных водах // Гидрохим. матер. 1967. Т. 43. С. 88–93.
- Степанова И.К. Определение валового железа в природных водах // Информ. бюл. «Биол. внутр. вод. 1976. № 31. С. 69–71.
- Рыбинское водохранилище и его жизнь. Л.: Наука, 1972. 364 с.

УДК 574.5; 504.054

ФИТОПЛАНКТОН МАЛЫХ РЕК САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

О. А. Павлова

Институт озерадения Российской академии наук (ИНОЗ РАН),
196105, Россия, Санкт-Петербург, ул. Севастьянова, 9; ksana_pavlova@gmail.com

Представлены результаты сезонных исследований сообществ фитопланктона трех озерно-речных систем на территории Санкт-Петербурга, подверженных различным видам антропогенного воздействия. Проведено сравнение с данными предыдущих наблюдений. Показано изменение доминирующих комплексов и увеличение количества водорослей, в том числе синезеленых, при усилении биогенной нагрузки.

Ключевые слова: фитопланктон, хлорофилл а, синезеленые водоросли, озерно-речные системы, эвтрофирование, урбанизированные территории.

The results of seasonal studies of the phytoplankton associations of three lake-river systems in the Saint Petersburg region subjected to different anthropogenic influences are represented. Comparison with the data of the previous observations is carried out. Seasonal dynamics and long-term succession influenced by eutrophication have been traced. Is shown a change in the prevailing complexes and an increase in the quantity of algae, including of blue-green, during increase of biogenic load.

Keywords: phytoplankton, chlorophyll a, Cyanobacteria, lake-river systems, eutrophication, urbanized territories.

Исследования проводили в 2012–2013 гг. на водоемах трех озерно-речных систем, расположенных на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области и подверженных различным видам антропогенного воздействия. Определялись основные показатели развития фитопланктона и содержание растительных пигментов 1) озера Нижнего Суздальского с реками Старожиловка (приток) и Каменка; 2) реки Дудергофка и Дудергофских озер; 3) реки Охта и Охтинского водохранилища. Исследованные водоемы существенно отличались по составу альгофлоры, комплексам доминирующих групп и видов, уровню количественного развития фитопланктона и содержанию растительных пигментов. Отбор материалов проводился один раз в сезон: в 2012 г. — в начале августа, в 2013 г. — в начале апреля подо льдом, в мае после вскрытия водоемов, в конце июля и сентября. Обработку проводили по стандартным методикам (Руководство по методам ..., 1983; UNESCO, 1966).

Система р. Старожиловка – Нижнее Суздальское озеро – р. Каменка. Река Старожиловка — основной приток Нижнего Суздальского озера, последнего в системе трех Суздальских озер, расположенных в северо-западной части Санкт-Петербурга. Длина реки 7 км, глубина 0.1–1.2 м, русло сильно извилистое, шириной до 5 м, площадь бассейна 33 км². Река Каменка вытекает из Нижнего озера; длина реки 12 км, ширина 2–3 м, глубины 0.2–2 м, площадь водосбора от истока до впадения в Лахтинский разлив составляет 35.5 км². В 8 км от устья Каменка перегорожена плотиной с водосливом, образующей водохранилище — Шуваловский карьер. Площадь водохранилища составляет 326 тыс. м², длина — 1.34 км, средняя ширина — 0.25 км, средняя глубина — 1.8 м.

В августе 2012 г. наиболее высокие количественные показатели фитопланктона были зарегистрированы в водоемах системы Нижнего Суздальского озера, за исключением притока р. Старожиловка, где биомасса не превышала 0.11 мг/л, содержание хлорофилла (Хл а) — 0.93 мкг/л. В среднем течении Старожиловки доминировали динофитовые (44%), в устьевой части — синезеленые (51%) *Planktothrix agardhii* (Gom.) Anagn. et Kom. и др. В р. Каменка состав и соотношение доминантов определялся планктоном Нижнего Суздальского озера. В истоке реки биомасса составляла 10.51 мг/л, содержание хлорофилла а — 53.71 мкг/л. Доминировали диатомеи (39%) и синезеленые (31%) — *Diatoma tenue* Ag., *P. agardhii*, *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk. В среднем течении показатели снижались до 5.69 мг/л и 12.26 мкг/л соотв. за счет сокращения численности *D. tenue*. В Шуваловском карьере уровень фитопланктона вновь возрастал, биомасса достигала 7.21 мг/л, Хл а — 36.30 мкг/л. Основное значение имели синезеленые (53%) — *P. agardhii* и *M. aeruginosa*. Ниже по течению реки биомасса фитопланктона и содержание Хл а снизились до 3.60 мг/л и 11.33 мкг/л соответственно. Доминировали Cyanophyta (63%); численность *Planktothrix* достигала 41 млн. кл./л, субдоминантами были динофитовые и эвгленовые водоросли.

В 2013 г. показатели фитопланктона и уровень Хл а в Старожиловке были наименьшими среди всех исследованных водоемов. Биомасса в апреле подо льдом не превышала 0.003, в период открытой воды — 0.54 мг/л; концентрация Хл а — 2.07 и 3.93 мкг/л соответственно. Крайне слабое развитие водорослей определялось высокими концентрациями биогенных элементов, в первую очередь аммонийного азота (в устьевой части), а также сильным затенением русла реки в среднем течении по территории пос. Парголово. Доминировали

диатомеи (до 60% общей биомассы), при участии криптонад (до 40%) и небольших количеств эвгленовых водорослей. В подледном планктоне других водоемов исследованной системы биомасса не превышала 0.05 мг/л; доминировали криптонады (до 84%).

В Каменке весной 2013 г. максимальные биомассы были отмечены в истоке и среднем течении. Уровень речного фитопланктона (до 6.68 мг/л) и соотношение основных доминантов практически не отличались от озерного. Доминировали типичные для этого периода диатомовые водоросли (до 80%) — виды родов *Aulacoseira*, *Fragilaria*, *Asterionella formosa* Hass. В Шуваловском карьере и нижнем течении реки биомасса снижалась втрое; здесь сохранялось преобладание диатомей и усиливалось значение жгутиковых миксотрофных форм (до 40%) — показателей органического загрязнения: динофлагеллят и эвгленовых.

В летнем планктоне Каменки, в отличие от предыдущего года, основное значение имели динофитовые водоросли (до 93%). «Цветение» крупноклеточной *Ceratium hirundinella* (O.F.M.) Bergh. (более 1 млн. кл./л) определило очень высокий уровень биомассы — до 40 мг/л в Нижнем Суздальском озере и до 50 мг/л в верхнем течении реки. Концентрация хлорофилла была максимальной среди всех исследованных систем — до 134.44 мкг/л. Активная вегетация вида является хорошим показателем эвтрофирования (Трифонов, 1990). В Шуваловском карьере и нижнем течении реки численность *Ceratium* еще не достигла предельных значений. Биомасса и Хл *a* были существенно ниже — до 6.10 мг/л и 18.08 мкг/л, динофитовые составляли 27–47% общего количества. Важный вклад в сложение биомассы вносили также синезеленые (24–44%), в основном *Woronichinia compacta* (Lemm.) Kom. et Kom.-Legn. (115 млн. кл./л) и *Aphanizomenon gracile* (Lemm.) Lemm. Как и ранее, наблюдалось значительное таксономическое разнообразие и достаточно высокая численность видов-индикаторов органического загрязнения из родов *Scenedesmus*, *Trachelomonas*, *Phacus*, *Euglena*, *Coelastrum*, *Cryptomonas*.

Осенью биомасса водорослей в Старожиловке составляла 0.10–0.19 мг/л, Хл *a* — 1.86–2.49 мкг/л; доминировали криптонады, диатомовые и эвгленовые водоросли *Cryptomonas marssonii*, *Aulacoseira ambigua* (Grun.) Sim., *Euglena* spp. В Каменке уровень фитопланктона снижался от истока к нижнему течению: биомасса — с 11.70 до 3.10 мг/л, Хл *a* — с 47.3 до 23.56 мкг/л. В верхнем течении, как и в Нижнем Суздальском озере, доминировали диатомовые (52–66%) — *A. ambigua* (16 млн. кл./л), *A. granulata* var. *angustissima* (O. Müll.) Sim. Субдоминантами были эвгленовые и синезеленые — виды рода *Trachelomonas*, *Planktothrix agardhii*, *Aphanizomenon gracile*. В нижнем течении сохранялось преобладание синезеленых (62%) — в основном *A. gracile*, при участии криптонад, эвгленовых и диатомей. В Шуваловском карьере биомасса и содержание растительных пигментов были наименьшими (2.66 и 21.65 мкг/л). Доминировали синезеленые (66%) — *A. gracile* (33 млн. кл./л), *Planktothrix agardhii*, состав субдоминантов не изменялся.

Водоемы системы реки Дудергофка. Дудергофка — река на юго-западе Санкт-Петербурга, длина 21 км, ширина 2–10 м, глубина до 0.8 м, площадь водосбора 327 км². Верховье реки подпружено тремя плотинами, в результате возникли Дудергофское (используется для водоснабжения), Долгое и Безымянное озера.

В августе 2012 г. в Дудергофском озере биомасса водорослей не превышала 1.04 мг/л. Доминировали золотистые водоросли (51%) — *Dinobryon divergens* и др., при участии криптонад (28%) и зеленых вольвоксовых (12%) — *Cryptomonas marssonii* Skuja, *C. reflexa* (Marsson) Skuja, *Pandorina morum* (Müll.) Bory, *Chlamydomonas* spp. Повышенное содержание Хл *a* (12.69 мкг/л) определялось массовым развитием протозойного планктона. Ниже, в Безымянном озере уровень фитопланктона увеличивался до 9.42 мг/л, содержание хлорофилла *a* — до 50.97 мкг/л. Преобладание Chrysophyta сохранялось (53%), субдоминантами были динофитовые (23%) — *Peridinium cinctum* (O.F.M.) Ehr., *Peridiniopsis elpatiewskyi* (Ostenf.) Bourg. и др. В Дудергофке количество фитопланктона и содержание Хл *a* были минимальным — 0.21 мг/л и 2.12 мкг/л. Доминировали бентосные диатомеи (29%) из родов *Cocconeis* и *Fragilaria*, мелкие динофитовые *Peridinium* spp. и зеленые *Chlamydomonas* spp. и *Scenedesmus* spp.

В апреле 2013 г. подо льдом в водоемах Дудергофской системы наблюдались наиболее высокие величины биомассы — до 0.44 мг/л в реке и 0.19 мг/л в Безымянном озере. Доминировали в основном пеннаты бентосные диатомеи (до 97%) из родов *Navicula* и *Fragilaria*, а также криптонады (до 65%). В придонных слоях в небольших количествах встречались эвгленовые и синезеленые.

Весной уровень развития фитопланктона был низким (1.93 мг/л). Максимальное значение отмечено в Дудергофском озере, далее количество водорослей постепенно снижалось, в нижней части реки составляя всего 0.33 мг/л. При этом содержание Хл *a* по всей водной системе достигало 18.56–26.42 мкг/л. Основное значение в озерах имели криптонады (32–41%) из рода *Cryptomonas*, центрические диатомовые (29–38%) *Cyclotella* spp. и золотистые (до 27%) — *Dinobryon divergens*. В реке доминировали диатомеи (31–38%) — бентосные формы *Navicula* spp., динофитовые из рода *Peridinium* и золотистые *Dinobryon sociale* Ehr.

Летом наиболее высокая биомасса была отмечена в Безымянном озере — 5.11 мг/л. Доминировали динофитовые водоросли (43%) — *Ceratium hirundinella* и виды рода *Peridinium*. Субдоминантами были криптонады и диатомовые — *Cryptomonas marssonii*, *C. reflexa*, *Fragilaria acus* (Kütz.) Lange-Bert. В Дудергофском озере низкий уровень фитопланктона (0.34 мг/л) лимитировался массовым развитием макрофитов. Преобладали жгутиковые формы — зеленые вольвоксовые (31%), динофитовые (27%), золотистые и криптонады: *Pandorina morum*, *Chlamydomonas* spp., *Dinobryon divergens*, *Cryptomonas marssonii*. Содержание Хл *a* оставалось очень высоким — до 41 мкг/л. Ниже по течению р. Дудергофки биомасса не превышала 1 мг/л, состав массовых видов мало отличался от прошлогоднего. В верхнем течении в небольших количествах развивались диатомеи, криптонады и зеленые из родов *Fragilaria*, *Cocconeis*, *Cryptomonas* и *Chlamydomonas*. На нижнем участке

реки доминировали зеленые вольвоксковые (64%) — *P. morum* и *Chlamydomonas* spp., при участии бентосных диатомей и жгутиковых форм (*Cryptomonas* spp., *Peridinium* spp.).

В сентябре 2013 г. наиболее высокие показатели фитопланктона были отмечены для Безымянного озера — 2.01 мг/л и 16.7 мкг/л. В верхнем звене системы Дудергофском озере преобладали криптомонады (35%), зеленые и диатомовые — *C. marssonii*, *Cyclotella* spp., виды рода *Scenedesmus*; в Безымянном озере — зеленые и диатомей (33–37%) — *Mougeotia elegantula* Wittr., *Cyclotella* spp., *Asterionella formosa*. В Дудергофке биомасса составляла 0.37–0.40 мг/л, содержание растительных пигментов — 6.15–9.48 мкг/л. Основное значение имели бентосные диатомей (до 50%) при участии зеленых и криптомонад *Mougeotia elegantula* и др. Также в верхнем течении реки отмечалось заметное развитие синезеленых водорослей (17%) — *Planktothrix agardhii*, *Aphanizomenon gracile*, *Woronichinia compacta*.

Водоемы системы реки Охта. Охта — река на северо-востоке Санкт-Петербурга и во Всеволожском районе Ленинградской области, крупнейший правый приток р. Невы; длина 99 км, ширина 10–50 м, глубина 0.5–5.5 м, площадь водосбора 768 км². В 9 км от устья расположен Ржевский гидроузел с Охтинским водохранилищем руслового типа протяженностью 5.1 км, шириной в верхней части — 120 м, у плотины — 200–250 м и максимальной глубиной 6.2 м. В 2011 г. Охта была названа наиболее загрязненным водным объектом в Балтийском гидрографическом районе (Качество поверхностных вод ..., 2012); вода в реке была классифицирована как «грязная» (4-й класс загрязнения).

В августе 2012 г. биомасса водорослей в р. Охта, изменялась от 0.23 до 4.00 мг/л, концентрация хлорофилла *a* — от 0.24 до 9.23 мкг/л, в Охтинском водохранилище — 5.94 мг/л и 11.95 мкг/л соответственно. В верхнем течении Охты уровень фитопланктона был минимальным, доминировали рафидофитовые (39%) и зеленые (26%); в среднем — *Cryptophyta* (49%) и синезеленые (24%) — *Cryptomonas reflexa*, *Planktothrix agardhii*, *Woronichinia naegeliana* (Unger) Elenk. В Охтинском водохранилище основное значение имели рафидофитовая *Goniostomum semen* Diesing (44%) и криптомонады (39%); ниже по течению — криптомонады (65%) при участии *Raphidophyta*. В устьевой части биомасса снижалась до 0.65 мг/л, преобладали динофлагелляты (68%).

Уровень подледного фитопланктона в 2013 г., как и в других исследованных водоемах, был очень низким, биомасса не превышала 0.02 мг/л, содержание Хл *a* — 2.19 мкг/л. Максимальные значения отмечены в Охтинском водохранилище, минимальные — в среднем течении Охты у Челябинского моста (0.005 мг/л). Состав в распределение в озерной и речной частях системы отличались — в водохранилище доминировали золотистые, криптомонады и эвгленовые (в придонном слое), в реке встречались в основном бентосные диатомей.

Весной 2013 г. биомасса водорослей в р. Охта, изменялась от 0.67 до 5.77 мг/л, концентрация Хл *a* — от 2.03 до 14.14 мкг/л с максимумом в средней части, выше водохранилища. В истоке реки при наименьших для исследованной системы значений pH доминировала рафидофитовая *Goniostomum semen* (52%), далее преобладали золотистые из родов *Dinobryon* и *Synura*; в нижнем течении — криптомонады и золотистые; в устьевом участке — диатомей (70 %) *Aulacoseira islandica* (O. Müll.) Sim., *A. distans* (Ehr.) Sim. Присутствие типично ладожских видов в устье р. Охта объясняется, скорее всего, нагонными явлениями. В Охтинском водохранилище биомасса весной составляла всего 2.01 мг/л, содержание пигментов 7.07–11.01 мкг/л. Здесь преобладали золотистые и криптомонады (36–44%); судя по составу массовых форм основной весенний пик фитопланктона, определяемый диатомовыми водорослями, был сдвинут на начало июня.

В конце июля максимальные величины фитопланктона в реке регистрировались на станции ниже Охтинского водохранилища (3.70 мг/л), где состав и соотношение доминирующих групп по-прежнему определялись его стоком (рис. 1). Преобладали криптомонады (67%) при участии диатомей и зеленых водорослей. На остальных участках реки биомасса не превышала 0.84 мг/л, (Вартемяги, основной доминант *Goniostomum*). Наименьшее количество водорослей наблюдалось в устьевом участке (0.09 мг/л), где преобладали синезеленые *Aphanizomenon gracile*, *Anabaena planctonica* Brunnth. На станции возле Челябинского моста при слабом развитии фитопланктона (0.59 мг/л) отмечалось значительное разнообразие альгофлоры. В сходных количествах доминировали зеленые, рафидофитовые, синезеленые и диатомей. В Охтинском водохранилище в отличие от 2012 г., когда преобладали рафидофитовые, основное значение имели криптомонады (66%), что было связано в первую очередь с увеличением pH. По мнению ряда авторов (Трифонов и др., 2012 и др.) экспансия и массовое развитие *Goniostomum* связано с эвтрофированием кислых гуминовых водоемов. На Северо-Западе России и в скандинавских странах распространение вида регистрируется с 1970-х гг. Максимальная численность *G. semen* отмечалась в Охтинском водохранилище в августе 2012 г. при оптимальных для вида уровне биогенных элементов, pH и цветности. В 2013 г. роль *Raphidophyta* не превышала 6%; в качестве субдоминантов выступали эвгленовые и зеленые вольвоксковые — разнообразные виды родов *Trachelomonas* и *Euglena*, *Pandorina morum*, *Chlamydomonas* spp.

В сентябре 2013 г. биомасса фитопланктона в Охте составляла 0.03–2.29 мг/л, содержание Хл *a* — 6.78–17.26. Максимальные величины отмечены в среднем течении выше водохранилища, где наблюдалось массовое развитие десмидиевой *Closterium prorum* Bréb. (89%). В водохранилище уровень фитопланктона был наиболее высоким — 2.38 мг/л, Хл *a* составлял 15 мкг/л; доминировали криптомонады (63%) при участии эвгленовых и зеленых. В нижнем течении состав и соотношение массовых видов определялся стоком водохранилища. В устьевой части отмечалось влияние невисского планктона, *Aulacoseira islandica* составляла до 18% общей биомассы.

В целом, состояние исследованных водоемов по количественным показателям фитопланктона и растительных пигментов, за исключением участка системы Нижнее Суздальское озеро — река Каменка — Шувалов-

ский карьер, можно в основном характеризовать как удовлетворительное. В большинстве случаев биомасса не превышала 5 мг/л, Хл *a* — 20 мкг/л. В Нижнем Суздальском озере и верхнем течении р. Каменка количество водорослей в летний период ≥ 30 мг/л; в том числе наблюдалось массовое развитие потенциально токсичных синезеленых.

Наиболее стабильными являются сообщества фитопланктона Дудергофской системы, где по сравнению с концом 1990-х гг. (Павлова, 2002) не отмечено увеличение биомассы и растительных пигментов. Уровень и сезонная динамика водорослей соответствуют мезотрофному статусу.

В системе р. Охта впервые отмечено развитие крупной жгутиковой *Goniostomum semen* (Raphidophyta). По мнению ряда авторов (Трифенова и др., 2012 и др.) экспансия и массовое развитие *Goniostomum* связано с эвтрофированием кислых гуминовых водоемов. Максимальной численности вид достигал в Охтинском водохранилище, где ранее в летнем планктоне преобладали мелкоклеточные центрические диатомеи и криптомонады.

По сравнению с данными 1990-х гг. наиболее заметные изменения сообществ фитопланктона наблюдались в Шуваловском карьере. В связи с ростом биогенной нагрузки и усилением процесса эвтрофирования было отмечено изменение состава планктонных водорослей и резкое увеличение их количества, в том числе роли Cyanophyta до 50% общей биомассы. Ранее водоем характеризовался как олиготрофный с преобладанием диатомовых водорослей; синезеленые составляли не более 2%. Эвтрофирование карьера в начале 2000-х гг. определялось активным и разноплановым антропогенным воздействием на водосборе: увеличением площадей застройки в верховьях р. Каменка и непосредственно на берегах водоема; связанной с этим масштабной вырубкой лесов; прокладкой кольцевой автодороги и сопутствующих транспортных магистралей; усилением рекреационной нагрузки. Соотношение общего азота к фосфору, снижение которого считается показателем эвтрофирования и при значениях ниже 15 может быть причиной доминирования синезеленых водорослей, в 1996–97 гг. составляло 43–57. В настоящее время концентрация общего фосфора возросла в полтора раза; N:P изменяется в пределах 8–20 и является (наряду с р. Охта) минимальным среди исследованных водоемов. Уровень развития планктонных водорослей в среднем течении р. Каменка и карьере соответствует мезо-эвтрофной стадии (Трифенова, 1990).

Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных исследований Отделения наук о Земле РАН № 11.

Список литературы

- Качество поверхностных вод Российской Федерации : Ежегодник / Гл. ред. чл.-корр. РАН А.М. Никаноров ; ФГБУ «ГХИ» и др. Ростов-на-Дону, 2012.
- Павлова О.А. Фитопланктон // Водные объекты Санкт-Петербурга / Под ред. С.А. Кондратьева, Г.Т. Фрумина. СПб.: Символ. С. 131–136.
- Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В.А. Абакумова. Л.: Гидрометеониздат, 1983. 239 с.
- Трифенова И.С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона. Л.: Наука, 1990. 184 с.
- Трифенова И.С., Афанасьева А.Л., Павлова О.А. Распределение и экология *Goniostomum semen* (Ehrenb.) Diesing в водоемах Северо-Запада России // Актуальные проблемы современной альгологии : Тез. докл. IV Междунар. конф., Киев, Украина, 23–25 мая 2012 г. Киев, 2012. С. 305–306.
- UNESCO working group № 17. Determination of photosynthetic pigments in seawater. Paris, 1966. 69 p.

УДК 574.587 (1-924.72/.76)

ВЫСОТНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РЕОФИЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ МАКРОБЕНТОСА КАВКАЗА И ЗАКАВКАЗЬЯ

Д. М. Палатов

Кафедра гидробиологии Биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова
119992 Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, e-mail: triops@yandex.ru

На оригинальном материале описана высотная изменчивость основных реофильных сообществ макробентоса Кавказа и Закавказья. Для каждого из рассматриваемых сообществ приведены высотно-температурные варианты. Показана зависимость состава сообществ от температуры прогрева воды в летний период.

Ключевые слова: макробентос, реофильные сообщества, горные водотоки, Кавказ, Закавказье.

Altitude-dependent variability of main reophilic macrobenthic assemblages in the Caucasus and Transcaucasian regions is described based on original material. Data on altitudinal and temperature variations are given for each of the considered communities. Relationship between composition of the assemblages and temperature is showed.

Keywords: macrobenthos, reophilic communities, mountain streams, Caucasus, Transcaucasia, temperature effect.

Возможность закономерного изменения состава реофильной фауны вдоль продольного профиля водотоков замечена давно. Видам и сообществам пресноводных беспозвоночных свойственно постепенно замещать друг друга от истока к устью реки, в соответствии со сменой основных экологически значимых параметров водотока, таких как тип субстрата, водорасход, скорость течения, температура и т.д. Изменение реофильных сообществ вдоль течения водотоков описаны уже многократно, в том числе в виде нескольких обобщающих концепций (Vannote et al., 1980; Milner, Petts, 1994; Бродский, 1973; Леванидова, 1981 и др.).

В условиях горных потоков быстрое течение, каменистое дно, малая глубина и насыщенность кислородом сохраняются, как правило, на всем протяжении водотока, что определяет высокий уровень

постоянства формирующихся в них сообществ. Наиболее изменчивым экологическим фактором в этих условиях оказывается температура воды. Ее среднегодовые и особенно максимальные значения, помимо географического положения водотока, определяются местной высотой над уровнем моря, близостью к истокам и их природой, а также рядом других, менее очевидных факторов. Высокие горы создают в водотоках значительный градиент температур от вершин к подножьям, что приводит к появлению вертикальной изменчивости фауны и сообществ макробентоса. Эта изменчивость представляет отдельный интерес, но к настоящему времени изучена слабо. В данной работе предпринята попытка описать высотную изменчивость фауны и отдельных сообществ макробентоса в горных районах Кавказа и Закавказья.

Материалом для работы послужили около 1500 качественных и количественных проб макробентоса, собранных автором в период с 2003 по 2014 г. на территории Краснодарского Края РФ, республик Кабардино-Балкарии и Карачаево-Черкесии, Абхазии, Грузии (провинции Имеретия, Самцхе-Джавахетия и Adjария), Армении и Азербайджана (Гусарский, Губинский, Масаллинский, Ленкоранский и Лерикский районы) в горных водотоках всех возможных типов и размерных классов. Типичные варианты высотной изменчивости описаны преимущественно на примерах бассейнов рек Бзыбь — Лаппсы и Аджарисцхали.

Типы обсуждающихся сообществ выделены по комплексам доминирующих видов. В качестве основного показателя обилия использовалась величина интенсивности метаболизма, рассчитываемая на основе численности и массы тела организмов. Классификация и номенклатура сообществ дана по работам М.В. Чертопруд (2010, 2011).

Реофильная фауна Кавказа и Закавказья крайне разнообразна, но с точки зрения таксономии отдельных групп описана слабо. Амфибиотические насекомые, личинки которых составляют основу реофильных сообществ во всей Палеарктике (Леванидов, 1981; Чертопруд, 2011), здесь изучены в основном по имаго. В результате достоверная идентификация личинок до уровня вида возможна лишь в нескольких группах, из которых в реофильных сообществах наиболее значимы поденки родов *Baetis*, *Iron* и *Rhithrogena* (Черчесова, 2003). Также относительно полно описана фауна амфипод *Gammarus* (Gammaridae), играющих важную роль в ручьевых сообществах различных высотных зон.

Несмотря на то, что для имаго конкретных видов многих групп амфибиотических насекомых достоверно установлена приуроченность к определенным высотным зонам (например, такие сведения есть по веснянкам родов *Leucra* и *Protonemura* (Жильцова, 2003)), было бы ошибочно прямо экстраполировать эти данные на личинок. Известны примеры, когда имаго и личинки осваивают совершенно разные высотные области (Р. Годунько, личное сообщение). В случаях, когда возможность достоверного определения до уровня вида заведомо отсутствует, оценить высотную изменчивость фауны, как правило, все равно можно, но значительно более грубо (по смене надвидовых таксонов).

Результаты и обсуждение. С точки зрения высотной изменчивости наиболее показательны несколько типов сообществ, хорошо развитых в водотоках разных высотных зон. Нами рассмотрены центральные сообщества ритрала и кренали, распространенные в горных водотоках повсеместно. Далее приводятся варианты изменчивости некоторых типов реофильных сообществ в условиях, типичных для высоких горных хребтов, когда температура воды в водотоках падает с высотой и относительно тепловодные виды постепенно сменяются все более холодолюбивыми.

1. Эпиритраль. Наиболее распространенный тип реофильных сообществ Кавказского региона. Развита на каменистых грунтах малых рек и ручьев (с водорасходом от 0.05 до 0.3 м³/с) при доминировании поденок *Baetis* (*Rhodobaetis*) spp. (до 65% от общего метаболизма сообщества), веснянок *Perla pallida* Guérin-Meneville, 1838, ручейников *Rhyacophila* spp., и богатого набора литореофильных хирономид (Чертопруд, 2010; наши данные). Высотно-температурная изменчивость доминирующего комплекса данного сообщества выглядит следующим образом:

Предгорья (высота 0–100 м над уровнем моря, летняя температура воды около 12–18°): *Baetis* cf. *rhodani* (Pictet, 1843), *B. braaschi* Zimmermann, 1980, *Perla pallida* (на Западном Кавказе чаще *P. caucasica* Guérin-Meneville, 1838), *Rhyacophila* gr. *laevis*, *Rh. abchasica* Martynov, 1934.

Низкогорья (100–600 м, летняя температура: 8–12°): *Baetis* cf. *gadeai* Thomas, 1999, *Perla pallida*, *Rhyacophila abchasica*.

Среднегорья (600–1500 м, летняя температура: 4–7°): *Baetis illex* Jacob & Zimmermann, 1978 (восток Большого Кавказа и Закавказья) или *B. baksan* Soldan, 1977 (на Западном Закавказье), *Perlodes microcephalus* (Pictet, 1833), *Rhyacophila torrentium* Pictet, 1834.

Высокогорья (1500–2500 м, летняя температура: 1–3°): *Baetis baksan* (повсеместно), *Filchneria balcarica* (Balinsky, 1950) (на Большом Кавказе), *Rhyacophila forcipulata* Martynov, 1926.

Сообщества, формирующиеся в водотоках, расположенных еще выше, обычно обладают иной структурно-функциональной организацией и представлены, как правило, только личинками двукрылых семейств Simuliidae и Chironomidae (криоритраль).

2. Эуритраль. Сообщества более крупных горных рек на каменистом грунте и умеренном течении (0.4–0.7 м/с). Комплекс доминантов в этом случае составлен поденками *Baetis* s. str., *Baetis* (*Rhodobaetis*) spp., *Rhithrogena* spp., веснянками *Perla pallida* и ручейниками *Hydropsyche* spp. или *Rhyacophila* spp. Здесь также прослеживаются четыре варианта высотной изменчивости:

Предгорья (0–100 м, летняя температура: 15–20°): *Baetis* gr. *lutheri* (несколько видов, часто обитающих совместно), *B. fuscatus* (Linnaeus, 1761), *Heptagenia samochai* (Demoulin, 1973) (изредка – *Rhithrogena decolorata*

Sinitshenkova, 1973), *Perla pallida* Guerin, 1838, *Rhyacophila nubila* Zetterstedt, 1840 и *Hydropsyche pellucidula* (Curtis, 1834) (иногда замещается равнинным *H. contubernalis* McLachlan, 1865).

Низкогорья (100–600 м, летняя температура: 10–15°): *Baetis* cf. *rhodani*, *Rhithrogena laciniosa* Sinitshenkova, 1979 и *Rh. caucasica* Braasch, 1979 (часто совместно), *Perla pallida*, *Rhyacophila nubila* Zetterstedt, 1840, *Hydropsyche* gr. *instabilis*.

Среднегорья (600–1500 м, летняя температура: 6–10°): *Baetis* cf. *gadeai* или *B. ilex*, *Rhithrogena expectata* Braasch, 1979 (в Закавказье чаще *Rh. iridina kownackii* Sowa & Zimmermann, 1976), *Rhyacophila torrentium*.

Высокогорья (1500–2500 м, летняя температура: 3–5°): *Baetis baksan*, *Rh. teberdensis* Zimmermann, 1977, часто совместно с *Rhithrogena expectata*, *Filchneria balcarica* (на Большом Кавказе), *Rhyacophila forcipulata*.

Необходимо отметить, что для каждого из реофильных таксонов существуют индивидуальные показатели высотной изменчивости, в данном случае приведенные в усредненном варианте. В целом виды некрупных насекомых, таких как личинки поденок или мелких веснянок (Nemouridae и Leuctridae), с высотой сменяются чаще, то есть более stenothermy. Личинки крупных насекомых, обладающие значительной биомассой (например, почти все ручейники или веснянки *Perla*), как правило, менее зависимы от температурных условий.

3. Химароритраль. Сообщества рек, развивающиеся при экстремально высоких (около 1 м/с и выше) скоростях течения на валунном или скальном субстрате. Здесь доминируют поденки *Iron* spp., а также личинки двукрылых Simuliidae и Blepharoceridae. Достоверное определение последних до уровня вида на данный момент невозможно, высотная изменчивость их фауны не описана.

Обсуждаемое сообщество строго приурочено к горным регионам, реки предгорий со слабым уклоном русла и относительно спокойным течением не формируют необходимых биотопов. Поэтому в данном случае отчетливо наблюдается лишь три высотно-температурных варианта:

Низкогорья (100–600 м, летняя температура: 10–15°): *Iron magnus* Braasch, 1979, мошки *Wilhelmia* spp. и *Odagmia* spp. (в наиболее крупных реках чаще *Paragnus* spp.).

Среднегорья (600–1500 м, летняя температура: 5–10°): *Iron alpestris* Braasch, 1979 или *I. caucasicus* Tshernova, 1938 (чаще в Закавказье), мошки *Odagmia* spp.

Высокогорья (1500–2500 м, летняя температура: 3–5°): *Iron fuscus* Sinitshenkova, 1976 и мошки *Prosimulium* spp.

4. Эукреналь. Сообщества родников в непосредственной близости от выхода грунтовых вод, с почти постоянной температурой. Высотная изменчивость выявлена на примере доминирующей группы — амфипод рода *Gammarus*. Другие характерные участники таких сообществ — специфические кренальные личинки двукрылых (семейств Chironomidae, Limoniidae, Pediciidae, Thaumaleidae) и ручейников Limnephilidae и Beraeidae не всегда достоверно распознаются даже до уровня рода (например, ручейники трибы Chaetopterygini). Представители же реликтовых групп, таких как амфиподы Niphargidae или гастроподы Belgrandiellinae, также играющие существенную роль в кренальных сообществах, обычно не поднимаются выше 600–700 м (за исключением водотоков Армянского нагорья, не подвергавшегося оледенению).

Набор видов гаммарусов, населяющих родники, также закономерно сменяется с высотой, наблюдается и заметная географическая изменчивость фауны:

Предгорья (0–100 м, летняя температура: 15–18°): *Gammarus* cf. *pulex* (Linnaeus, 1758), *Gammarus chostensis* Martynov, 1932 (в Западном Закавказье).

Низкогорья (100–600 м, летняя температура: 10–15°): *Gammarus chostensis* (в Западном Закавказье) или *G. komareki* (Schaferna, 1922) (повсеместно).

Среднегорья (600–1500 м, летняя температура: 5–8°): *Gammarus komareki* (повсеместно) или *G. crispus* Martynov, 1932 (в Западном Закавказье).

Высокогорья (1500–2500 м, летняя температура: 2–3°): *Gammarus matienus* Derzhavin, 1938 (повсеместно).

Определенная высотная изменчивость свойственна и горным пелофильным сообществам. Доминирующие на мягких грунтах олигохеты подсемейства Tubificinae выше в горах постепенно сменяются представителями семейства Lumbriculidae или родственным подсемейством Rhyacodrilinae.

Эффект горных плато. Между средней летней температурой воды и высотой расположения водотоков над уровнем моря далеко не всегда существует четкая зависимость. На территории Закавказья она нарушается на высокогорных безлесных плато. Наиболее обширные плато региона входят в состав Армянского нагорья и характеризуются значительной высотой (от 2000 м) и почти равнинным рельефом, с небольшим уклоном долин рек и ручьев. В результате замедленное течение водотоков в сочетании с открытым степным ландшафтом обеспечивает значительное их прогревание в летний сезон (обычно до 12–15, иногда до 20°C). Это приводит к формированию здесь реофильных сообществ, характерных для низкогорий и даже предгорий, а также сообществ равнинного типа. Например, сообщества эуриотали рек Армянского нагорья сформированы аналогично предгорным. Среди доминантов обнаруживаются *Baetis* (s. str.) spp. (*B. fuscatus* и *B. nexus* Navás, 1918), *Perla pallida*, *Hydropsyche* gr. *instabilis*, *Cheumatopsyche* sp., *Wilhelmia* spp. и другие. Пелофильные сообщества также сходны с аналогичными типами, описанными из предгорий: доминирует комплекс с участием *Limnodrilus* spp., *Ophiogomphus cecilia* (Fourcroy, 1785), *Caenis beskidensis* Sowa, 1973, *Ephemera romantzovi* Kluge, 1988 и других относительно тепловодных видов. Этот эффект еще раз подтверждает мнение о

том, что при высотной трансформации сообществ ключевым фактором является именно температура воды, а не иные экологические характеристики, также меняющиеся с высотой (Illies, Botosaneanu 1963; Леванидов, 1981).

Основной вывод, который позволяют сделать наши результаты: высотно-температурная изменчивость в целом действует подобно географической, вызывая на сходных биотопах смену близкородственных видов и приводя к формированию серий параллельных сообществ (за исключением экстремально низких, близких к 0 и, возможно, экстремально высоких летних температур). В горных водотоках Кавказа и Закавказья на протяжении от подножья к альпийскому поясу гор реофильные сообщества бентоса демонстрируют серию параллельных высотных вариантов, характеризующихся единством структурно-функциональной организации, но различным видовым составом. Смена этих вариантов прямо связана с летней температурой воды и происходит при ее изменении примерно на 5–6°. Поэтому каждый конкретный вариант сообществ развит на относительно небольшой площади, а каждый из типов сообществ обладает не только горизонтальной (географической), но и вертикальной (высотной) фаунистической изменчивостью. Перестройки самой структуры сообществ, видимо, связаны с комплексным изменением экологических факторов: водорасхода потока, скорости течения и других.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Фонда фундаментальных исследований (проект № 13-04-00148).

Список литературы

- Бродский А.К., Омаров Э.О. Вертикальная зональность горных потоков Тянь-Шаня по распределению характерных водных насекомых // Гидробиологический журнал. 1973. Т. 9, № 2. С. 40–51.
- Жильцова Л.А. Фауна России и сопредельных стран. Насекомые веснянки. СПб.: Наука, 2003. 539 с.
- Леванидов В.Я. Экосистемы лососевых рек Дальнего Востока // Беспозвоночные животные в экосистемах лососевых рек Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 1981. С. 3–21.
- Леванидова И.М. Амфибиотические насекомые горных областей Дальнего Востока СССР. Фаунистика, экология, зоогеография Ephemeroptera, Plecoptera и Trichoptera. Л.: Наука, 1982. 215 с.
- Чертопруд М.В. Продольная изменчивость фауны макробентоса водотоков центра Европейской России // Журнал общей биологии. 2005. Т. 66. № 6. С. 491–502.
- Чертопруд М.В. Реофильные сообщества макробентоса Северо-Западного Закавказья // Материалы IV Всероссийского Симпозиума по амфибиотическим и водным насекомым и X Трихоптерологического Симпозиума. Владикавказ: СОГУ. 2010. С. 131–135.
- Чертопруд М.В. Разнообразие и классификация реофильных сообществ макробентоса средней полосы Европейской России // Журнал общей биологии. 2011. Т. 72. № 1. С. 51–73.
- Черчесова С.К. Влияние экологических факторов на состав и распространение литореофильной фауны в бассейне Терека // Известия МСХА. 2002. Вып. 3. С. 182–189.
- Черчесова С.К. Состав и распространение амфибиотических насекомых в бассейне реки Дур-Дур // Труды Русского энтомологического общества РАН. 2003. Т. 74. С. 55–58.
- Illies J. Versuch einer allgemeinen biozonotischen Gliederung der Fließgewässer // Int. Revue Ges. Hydrobiol. 1961. Bd. 46. № 2. S. 205–213.
- Illies J., Botosaneanu L. Problems and methods of the classification of ecological zones in running waters, above all from the faunistic point of view (Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique) // Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie. 1963. V. 12. P. 1–57.
- Milner A.M., Petts G.E. Glacial rivers: physical habitat and ecology // Freshwater Biology. 1994. V. 32. P. 295–307.
- Vannote R., Minshall G., Cummins K. et al. The river continuum concept // Can. J. Fish. and Aquat. Sci. 1980. V. 37. № 1. P. 130–137.
- Wotton R. Temperature and lake-outlet communities // J. Therm. Biol. 1995. V. 20. № 1–2. P. 121–125.

УДК 574.583

СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ ЗООПЛАНКТОНА ЗАСЕЛЕННЫХ БОБРОМ (*CASTOR FIBER*) СТЕПНЫХ РЕК ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА «ПРИВОЛЖСКАЯ ЛЕСОСТЕПЬ» (ПЕНЗЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ) ПО ОКОНЧАНИИ ВЕСЕННЕГО ПАВОДКА

В. Н. Подшивалина

*Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова
Государственный природный заповедник «Присурский», 428034, г. Чебоксары, а/я 10, verde@mail.ru*

Проанализированы состав, структура и обилие зоопланктона заселенных бобром малых рек на территории степных и лесостепных ландшафтов. Выявлены особенности, характерные для аналогичных водных объектов южной тайги. В бобровых прудах отмечено преобладание более крупных особей, более высокие показатели биомассы и численности сообществ, увеличение роли первичных фильтраторов.

Ключевые слова: зоопланктон, малые реки, влияние речного бобра.

The zooplankton composition, structure and abundance of *Fiber castor* inhabited small rivers were analyzed in the steppe and forest-steppe landscapes. After spring flood the zooplankton features are similar with equal water objects in the South taiga region. The large-scale species dominating, higher biomass and abundance levels, primary filtrators biomass increasing are revealed in the beaver ponds.

Keywords: zooplankton, small rivers, beaver influence.

В настоящее время в числе основных факторов, оказывающих влияние на характеристики водных экосистем, наряду с естественно-гидрологическими и антропогенными следует рассматривать и зоогенный (Крылов, 2005). В умеренной зоне зоогенный фактор широко представлен в виде жизнедеятельности речного бобра (*Castor*

fiber (L.)). Это обстоятельство обусловило повышенный научный интерес к изучению средообразующей деятельности бобра. В частности, установлено, что в районе бобровых поселений создаются благоприятные условия для развития планктонных организмов (Легайда, Рогозянская, 1981; Легайда и др., 1987). В местах обитания бобров вследствие повышенного содержания органических веществ и биогенных элементов увеличивается разнообразие фауны зоопланктона, биомасса планктонного сообщества (Легайда, Рогозянская, 1981). По другим данным (Крылов, 2002, 2005), в бобровых прудах наблюдается снижение видового разнообразия планктонных беспозвоночных, увеличивается влияние представителей крупных ветвистоусых рачков. Признаки изменения экосистемы свидетельствуют об эвтрофировании водоемов в зоне влияния бобровых поселений. Однако этот процесс имеет свои особенности, отличающие его от антропогенного эвтрофирования (Крылов, 2005). Важно отметить наличие региональных и других особенностей водных объектов в отношении реакции гидробионтов на заселение бобрами (Никаноров и др., 1987). Зоопланктонное сообщество быстро реагирует на изменения, происходящие в водном объекте, и служит хорошим показателем его состояния, позволяет дать оценку трансформированности и сделать прогноз изменений на основе анализа состава и структуры (Андроникова, 1996).

Большая часть проведенных исследований воздействия бобров проводилась в лесных экосистемах в зоне южной тайги. В относительно более открытых и, на первый взгляд, менее пригодных лесостепных и степных ландшафтах влияние бобров на гидробиологический режим водных объектов пока не установлено. В связи с этим, на примере водных экосистем Государственного природного заповедника «Приволжская лесостепь» произведена попытка анализа влияния реинтродукции речного бобра на гидробионтов на примере сообщества зоопланктона. На участках «Островцовская лесостепь», «Поперечинская степь» и «Кунчеровская лесостепь» были выбраны водотоки, в разное время заселенные бобрами. На двух последних участках постоянные водотоки сформировались только с появлением бобров в 2010–2012 гг., которые запрудили небольшие ручьи в степных балках.

Отбор и обработка проб осуществлялись согласно принятой методике (Методика ..., 1975). Полевые работы проводились по окончании весеннего паводка, в конце мая 2014 г. С целью оценки уровня разнообразия зоопланктонного сообщества, а также его трофической структуры использовался индекс Шеннона, вычисленный на основе данных о численности и биомассе (Андроникова, 1996). Индивидуальные массы организмов определялись по степенным уравнениям, связывающим их длину с массой (Балушкина, Винберг, 1979). Анализ трофической структуры производился на основе выделения групп животных в соответствии с классификацией, разработанной Ю.С. Чуйковым (1981). Индекс сапробности рассчитывался по методу Пантле и Букка в модификации Сладечека (Sladecsek, 1973, 1983).

Структура фауны зоопланктона. Наиболее богата фауна зоопланктона водотоков на Островцовском и Поперечинском участках (25 и 28 видов соответственно). В ручье в Кунчеровской лесостепи фауна представлена преимущественно Соперода (41%), в Островцовской лесостепи — Rotifera (48%), в Поперечинской степи — Cladocera (46%). Можно предположить наличие большей трофности на двух последних участках. Тем не менее, в наибольшей степени сходство с уже исследованными «бобровыми» реками лесной зоны можно проследить у водотока в Островцовской лесостепи, относительно продолжительное время заселенного бобрами. В нем разнообразны вторичные фильтраторы-представители Chydoridae — *Alona quadrangularis* (O.F. Muller), *Alonella exigua* (Lilljeborg), *Chydorus sphaericus* (O.F. Muller), *Picrupleuroxus laevis* (Sars). Встречаются зарослевые и прибрежные формы коловраток (р. *Trichocerca*) и ветвистоусых (р. *Alona*, р. *Pleuroxus*, *Simocephalus vetulus* (O.F. Muller)). В толщу воды вымываются обитатели дна и придонных слоев ракообразные *Paracyclops f. orientalis* (Alekseev) и коловратки р. *Rotaria*. Обнаружены не требовательный к кислороду собиратель *Eucyclops serrulatus* (Fischer), предпочитающие заводи с осевшим детритом коловратки *Euchlanis dilatata* Ehrenberg, *E. deflexa* Gosse.

В исследованный период в ручье на участке «Кунчеровская лесостепь» по численности доминировали науплиусы циклопов, по биомассе — ракообразные *Simocephalus vetulus* (O.F. Muller), *Macrocyclus fuscus* (Jurine) (бобровый пруд) и *Daphnia galeata* Sars (контрольный русловой участок). На Островцах на всем протяжении водотока по биомассе преобладает *Paracyclops f. orientalis* (Alekseev), по численности — *Euchlanis dilatata* Ehrenberg, а также науплиусы (жилой и полупущенный пруды) и копепоиды (проточный участок) циклопов. Вдоль всего русла ручья на Поперечинской степи по численности доминирует *Eucyclops serrulatus* (Fischer). В жилом и заброшенном бобровом прудах по биомассе наиболее обильны крупные фитофильные фильтраторы *Simocephalus vetulus* (O.F. Muller), на контрольном участке — *Euchlanis dilatata* Ehrenberg. В относительно недавно заселенных бобрами ручьях на участках Кунчеровской лесостепи и Поперечинской степи в образовавшихся прудах основную массу в планктоне составляют крупные ветвистоусые, в относительно давно освоенном участке «Островцовская лесостепь» — коловратки-вертикаторы. Средняя индивидуальная масса организма на всех водотоках гораздо выше в бобровых прудах, причем даже в том случае, если они заброшены и частично спущены (табл. 1). Крупные планктонные рачки-фильтраторы и собиратели-детритофаги составляют основу сообществ во вновь образовавшихся озеровидных образованиях с замедленным течением.

Видовое разнообразие. Оценка разнообразия сложившихся сообществ зоопланктона с помощью индекса Шеннона позволяет констатировать особенности, характерные для каждого биотопа. В Кунчеровской лесостепи сообщество планктонных обитателей разнообразнее и более выровнено в проточной части (табл. 1). В Островцовской лесостепи относительно более высокие показатели индекса разнообразия на обжитом бобровом пруду и в русловой части. В Поперечинской степи бобровые пруды отличаются повышенным разнообразием зоопланктоценозов. В целом, ранее (Легайда, Рогозянская, 1981; Крылов, 2005) также наблюдались разнонаправленные процессы в динамике разнообразия сообществ на проточных участках и в бобровых прудах.

Таблица 1. Показатели структуры зоопланктона (индекс разнообразия Шеннона по численности (H_N , бит) и биомассе (H_B , бит), средняя индивидуальная масса организма (W , $\text{мг} \cdot 10^{-3}$), индекс сапробности (S))

Участок	H_N	H_B	W	S
Ручей на участке «Кунчеровская лесостепь»				
Бобровый пруд (5 лет)	2.73	1.56	54.22	1.56
Контрольный русловой участок	3.36	3.30	10.64	1.43
Ручей на участке «Островцовская лесостепь»				
Жилой пруд (5 лет)	2.98	2.73	10.59	1.59
Спущенный (заброшенный) пруд	1.75	1.16	6.20	1.90
Полуспущенный пруд	2.16	1.84	5.85	3.80
Контрольный русловой участок	2.59	2.49	3.61	1.75
р. Хопер ниже впадения ручья (контрольный участок)	1.21	1.57	2.58	1.90
Ручей на участке «Поперечинская степь»				
Жилой пруд (2 года)	3.76	1.93	22.53	1.58
Спущенный (заброшенный) пруд	3.60	3.07	7.95	1.61
Контрольный русловой участок	2.56	2.33	3.63	1.84

Оценка сапробности. Воды бобровых прудов на всех исследованных участках можно охарактеризовать как «умеренно загрязненные» органическим веществом и отнести к β -мезосапробной зоне. Индекс сапробности в них в исследованный период варьировал весьма незначительно и составил 1.56–1.59 (табл. 1). В водотоках на Островцах и в Поперечинской степи этот показатель имел самые низкие значения именно в действующих бобровых прудах. Вероятно, вследствие снижения проточности улучшаются условия для процессов самоочищения.

Таблица 2. Численность (N , тыс. экз./ м^3), биомасса (B , $\text{мг}/\text{м}^3$) и соотношение основных таксономических групп зоопланктона по биомассе (B_{Rot} , B_{Clad} , B_{Cop} , %)

Участок	N , экз./ м^3	B , $\text{мг}/\text{м}^3$	B_{Rot}	B_{Clad}	B_{Cop}
Ручей на участке «Кунчеровская лесостепь»					
Бобровый пруд (5 лет)	4.43	240.2	0.01	65.58	34.41
Контрольный русловой участок	2.02	21.5	0.16	62.77	37.07
Ручей на участке «Островцовская лесостепь»					
Жилой пруд (5 лет)	2.23	23.6	43.56	10.50	45.94
Спущенный (заброшенный) пруд	0.09	0.6	15.74	0.00	84.26
Полуспущенный пруд	0.08	0.5	49.16	0.00	50.84
Контрольный русловой участок	0.27	0.9	6.67	12.90	80.44
р. Хопер ниже впадения ручья (контрольный участок)	0.12	0.3	40.18	0.00	59.82
Ручей на участке «Поперечинская степь»					
Жилой пруд (2 года)	2.68	59.3	1.69	75.79	22.52
Спущенный (заброшенный) пруд	3.66	29.1	3.57	28.04	68.39
Контрольный русловой участок	0.17	0.6	23.05	27.05	49.90

Численность и биомасса. Показатели количественного развития зоопланктона на всех трех исследованных водотоках в обжитых в течение 2–5 лет бобровых прудах в несколько раз превышали таковые в русловых участках или в заброшенных грызунами бывших прудах (табл. 2). На Поперечинском участке это происходило за счет обилия ветвистоусых, в Островцах — в связи с развитием коловраток и веслоногих (табл. 3). Соотношение основных групп зоопланктона по биомассе на различных участках Кунчеровской лесостепи сходно.

По окончании весеннего половодья на Кунчеровском участке отмечалось обилие первичных фильтраторов. Причем в бобровом пруду также существенно участие в сообществе ползающе-плавающих хищных организмов (табл. 3).

Таблица 3. Соотношение экологических групп по биомассе

Участок	Доминирующая экологическая группа
Ручей на участке «Кунчеровская лесостепь»	
Бобровый пруд (5 лет)	Плавание+прикрепление к субстрату / первичная фильтрация Ползание+плавание / активный захват
Контрольный русловой участок	Плавание / первичная фильтрация
Ручей на участке «Островцовская лесостепь»	
Жилой пруд (5 лет)	Плавание+ползание / вертикация Ползание+плавание / активный захват
Спущенный (заброшенный) пруд	Ползание+плавание / собирание
Полуспущенный пруд	Прикрепление к субстрату+плавание / вертикация Ползание+плавание / собирание
Контрольный русловой участок	Смешанная по способу питания и передвижения группа Ползание+плавание / собирание
р. Хопер ниже впадения ручья (контрольный участок)	Ползание+плавание / собирание Плавание+ползание / вертикация
Ручей на участке «Поперечинская степь»	

Участок	Доминирующая экологическая группа
Жилой пруд (2 года)	Плывание+прикрепление к субстрату / первичная фильтрация
Спущенный (заброшенный) пруд	Ползание+плавание / собирание
Контрольный русловой участок	Ползание+плавание / собирание
	Плывание+ползание / вертикация

В ручье Островцовской лесостепи на всем протяжении в биомассе основную часть составляют собиратели, видимо, в связи с обилием осевшего на дно после половодья органического вещества. В пруду значимы коловратки-вертикатеры, ведущие ползающе-плавающий образ жизни. В Поперечинской степи на запруженном бобрами участке так же, как и на Кунчеровской лесостепи, в биомассе преобладали первичные фильтраторы, на остальных участках — собиратели.

Таким образом, в исследованных заселенных бобрами водотоках, расположенных в лесостепных и степных ландшафтах, в составе и структуре сообществ зоопланктона отмечаются особенности, выявленные для аналогичных водных объектов южной тайги (Крылов, 2005). В частности, это касается преобладания более крупных особей в запруженных участках, увеличения биомассы и численности сообществ в них, повышение роли первичных фильтраторов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 14-04-31458 мол_а).

Список литературы

- Андроникова И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. СПб. : Наука, 1996. 189 с.
- Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных // Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. Л.: Наука. Ленингр. отд., 1979. С. 58–72.
- Крылов А.В. Зоопланктон равнинных малых рек. М.: Наука, 2005. 263 с.
- Легейда И.С., Долинский В.Л., Rogozanskaya Т.Д. О влиянии бобров на гидрофауну // Гидробиологический журнал. 1987. Т. 23, № 6. С. 97–98.
- Легейда И.С., Rogozanskaya Т.Д. Зоопланктон мест обитания бобров // Гидробиологический журнал. 1981. Т. 17, № 2. С. 16–21.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.
- Никаноров Н.А., Погребов В.Б., Рябова В.Н. Распределение зоопланктона в водотоке, заселенном бобром *Castor fiber* // Вестник ЛГУ. Сер. 3. 1987. Вып. 3, № 17. С. 102–105.
- Чуйков Ю.С. Методы экологического анализа состава и структуры сообществ водных животных. Экологическая классификация беспозвоночных, встречающихся в планктоне пресных вод // Экология. 1981. № 3. С. 71–77.
- Sladeczek V. Rotifers as indicators of water quality // Hydrobiologia. 1983. V. 100. N 2. P. 169–201.
- Sladeczek V. System of water quality from biological point of view // Ergebnisse der Limnologie. Stuttgart, 1973. P. 1–218.

УДК 556+504.45

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФОРМУЛ РАСХОДА ВЛЕКОМЫХ НАНОСОВ НА ПРИМЕРЕ РЕКИ АЛА-АРЧА (КИРГИЗСКОЕ АЛАТАУ)

Ш. Р. Поздняков, М. В. Шмакова

ИНОЗ РАН, 196105, СПб, ул. Севастьянова, 9, tbqmaster@mail.ru, m-shmakova@yandex.ru

Настоящее исследование посвящено сравнительному анализу восьми расчетных формул расхода влекомых наносов в приложении для рек с крупнофракционными донными отложениями. Вычисления проводились по данным экспериментов на гидравлических лотках и для небольшой горной реки Ала-арча. Надежность результатов вычисления расходов наносов по реке представлена тем, что данные наблюдений за гидравлическим режимом обеспечены качественной информацией о расходе влекомых наносов на этом водотоке.

Ключевые слова: влекомые наносы, речной поток, формула расхода влекомых наносов.

The present study was a comparative analysis of eight formulas load flow in the application for rivers with large fraction load sediments. Calculations were performed according to experiments on hydraulic trays and small mountain river Ala-archa. Reliability of the calculation results on the river sediment discharge is presented that observational data on the hydraulic regime provided qualitative information about sediment transport on this river

Keywords: the sediment transport, a river flow, a equation of the sediment discharge.

Общие положения. Формулы расхода влекомых наносов могут быть ориентированы как на непосредственно движение отдельных частиц влекомых наносов, так и на грядовую форму движения наносов. Формулы, описывающие грядовую форму движения наносов, учитывают геометрические характеристики гряд — длину, высоту и так далее, и могут использоваться для рек с песчаным дном. Такие формулы обеспечены относительно достоверными данными наблюдений за расходами наносов, что позволяет оптимизировать как структуру формулы, так и ее параметры.

Наибольшую сложность в измерении расхода наносов представляют влекомые наносы в реках с галечно-гравийным дном. Это, соответственно, затрудняет апробацию формул расхода влекомых наносов и оптимизацию структуры и параметров этих формул.

В связи с этим особенную ценность представляют данные наблюдений за влекомыми наносами на водотоках, произведенные в рамках уникальных авторских исследований твердого стока. К такому исследованию относятся наблюдения за режимом горной реки Ала-арча и измерение ее гидравлических характеристик, про-

изведенные в середине 80-х годов прошлого столетия (Поздняков, 2012). Расходы влекомых наносов были измерены посредством разработанной Ш.Р. Поздняковым конструкцией регистратора движения наносов, основанной на регистрации ударов движущихся частиц о приемные устройства с последующим пьезометрическим преобразованием энергии ударов и специально разработанных конструкций удлиненных сетчатых батометров с гибким дном. Применение данных устройств для измерения расходов влекомых наносов на указанной реке позволило получить достаточно надежные количественные результаты, которые можно использовать для верификации соответствующих формул для вычисления.

Формулы расхода влекомых наносов. В настоящее время существует несколько сотен формул расхода взвешенных и влекомых наносов. Некоторые исследователи выделяют следующие группы формул расчета расхода влекомых наносов (Поздняков, 2012):

1. Зависимость расхода наносов от гидравлических характеристик потока $R=f(v, H, I)$ (Шамов, Леви, Гончаров, Гришанин);
2. Связь расхода наносов с водностью (расходом воды) потока $R=f(Q)$ (Мейер-Петер, Шоклич);
3. Связь расхода наносов с влекущей силой потока $R=f(\tau=\rho g H I)$ (Егiazаров);
4. Формулы, где прописан стохастический характер движения наносов (Эйнштейн, Великанов).

Приведем ниже некоторые формулы расхода влекомых наносов.

Формула А.Шоклича

$$G = B \frac{7000}{\sqrt{d}} I^{3/2} (q - q_0), \quad q_0 = 0.00001944 \frac{d}{I^{4/3}}, \quad (1)$$

где G — расход донных наносов, кг/с; B — ширина потока, м; q — элементарный расход воды, м²/с; d — средний диаметр частиц, мм; I — уклон русла, б/р.

Формула Г.И.Шамова (для $d \geq 0.1-0.2$ мм)

$$G = B \cdot 0.95 \sqrt{d} \left(\frac{v}{v_{отл}} \right)^3 \left[v - v_{отл} \left(\frac{d}{h} \right)^{\frac{1}{4}} \right], \quad (2)$$

$$v_{отл} = 3.83 d^{\frac{1}{3}} h^{\frac{1}{6}},$$

где d — средний диаметр частиц, м; v — средняя скорость потока, м/с; h — средняя глубина потока, м.

Формула И.В. Егiazарова

$$G = c' Q \cdot \frac{\rho_{грунта} \rho_{воды}^2}{(\rho_{грунта} - \rho_{воды})^2} \left[1 - \frac{0.012 (\rho_{грунта} - \rho_{воды}) d}{c' \rho_{воды} h I} \right] \left(\frac{h}{d} \right) I^{\frac{3}{2}}, \quad (3)$$

где $\rho_{воды}$ и $\rho_{грунта}$ — плотность воды и грунта, кг/м³; c' — безразмерный коэффициент (для рек принимается равным 0.2, для лабораторных условий 0.45).

В ВСН-83 (ВСН 163–83, 1985) для рек с $I > 0.01$ рекомендована следующая формула для расчета расхода влекомых наносов

$$G = 7000 Q \left[\frac{h}{d} \right]^{0.7} I^{2.2}, \quad (4)$$

где Q — расход воды; d — средний диаметр частиц, мм.

Формула К.В. Гришанина

$$G = 0.015 B \left(\frac{v}{v_n} \right)^3 d (v - v_n), \quad (5)$$

$$v_n = \lg \frac{8.8h}{d_5} \sqrt{\frac{2g(\rho_{грунта} - \rho_{воды})}{3.5\rho_{воды}}} d,$$

где v_n — неразрывающая скорость потока, м/с; d_5 — диаметр частицы обеспеченностью 5%, м; d — средний диаметр частиц, м.

Формула В.Н. Гончарова

$$G = 2.08 B \left(\frac{v}{v_n} \right)^3 d (v - v_n) \left(\frac{d}{h} \right)^{0.1}, \quad (6)$$

$$v_n = 0.96 \sqrt{g d^{0.4} (d + 0.0014)^{0.6}} \left(\frac{h}{d} \right)^{0.2},$$

где g — ускорение свободного падения, м/с²; d — средний диаметр частиц, м.

Формула И.И. Леви

$$G = 2 B \rho_{грунта} \left(\frac{v}{\sqrt{g d}} \right)^3 d (v - v_n) \left(\frac{d}{h} \right)^{0.25}, \quad (7)$$

$$v_n = 1.4 \sqrt{g d} \lg \frac{12h}{d_{10}},$$

где d — средний диаметр частиц, м; d_{10} — диаметр частицы обеспеченностью 10%, м.

Аналитическая формула расхода наносов (Шмакова, 2013) полученная как следствие уравнения баланса сил, действующих в ручном потоке на движущуюся частицу наносов, имеет вид

$$G = \frac{\rho_{\text{грунта}}}{\rho_{\text{грунта}} - \rho_{\text{воды}}} Q \left[\frac{c}{hg} - (1-f)\rho_{\text{воды}} I \right], \quad (8)$$

где f — коэффициент внутреннего трения, б/р; c — сцепление частиц грунта при сдвиге, кг/(м·с²).

Формула (8) содержит две основные группы членов — силы гравитации (сдвигающая проекция силы тяжести потока — $\rho_{\text{воды}} I$) и силу трения или сопротивление грунта сдвигу ($c/(hg) + \rho_{\text{воды}} f I$). Параметры f и c формулы (8) табулированы и в настоящее время уточняются (Шмакова, 2013).

Следует заметить, что расход наносов в (8) является общим, в него включены и взвешенные и влекомые наносы. Для горных потоков в условиях, когда основную часть стока наносов представляют влекомые, эта формула может быть использована для расчета расхода влекомых наносов.

Расчет расхода влекомых наносов на водотоках с крупнофракционным дном. Вычисления расхода влекомых наносов проводились для данных экспериментов на гидравлическом лотке (Клавен, Копалиани, 2011) и для горной реки Ала-арча, расположенной в Киргизском Алатау (Тянь-Шань) (Поздняков, 2012).

Лотки с гравийным дном (Клавен, Копалиани, 2011). На основании опытов на гидравлическом лотке лаборатории ГГИ (Клавен, Копалиани, 2011) шириной 0.5 м с гравийным дном, была проведена серия экспериментов. Данные экспериментов опубликованы в книге А.Б. Клавена и З.Д. Копалиани (2011).

Гидравлические характеристики потока в экспериментах задавались в следующем диапазоне:

- расходы воды 20–150 л/с;
- средняя скорость потока 0.53–2.9 м/с;
- средняя глубина потока 0.05–0.3 м;
- уклон дна 0.003–0.03;
- относительная шероховатость (d/h) 0.025–0.2;
- средний диаметр донных отложений $d_{50\%}$ составил 6.5 мм.

Река Ала-арча (Поздняков, 2012). Река Ала-арча представляет собой небольшой горный поток с половодьем в теплой части года. Основные гидравлично-морфометрические характеристики Река Ала-арча в створе устья р. Кашкасу (по данным наблюдений в 1985 и 1986 гг.):

- средняя скорость потока 2.11–2.68 м/с;
- средняя глубина 0.64–1.01 м;
- уклон водной поверхности 0.027–0.03;
- относительная шероховатость (d/h) 0.14–0.3;
- средний диаметр донных отложений $d_{50\%}$ составил 145 мм.

В период 1985 и 1986 гг. на реке были проведены измерения гидравлических характеристик потока и расхода влекомых наносов. Последнее осуществлялось посредством разработанного Ш.Р. Поздняковым (Поздняков, 2012) пьезоэлектрического регистратора движения крупнофракционных наносов (РДН).

Результаты вычислений. Вычисления расхода влекомых наносов проводились по данным экспериментов на гидравлическом лотке с галечным дном и для реки Ала-арча по формулам (1)–(8), данные для расчета и результаты вычислений приведены в таблицах 1–3.

Таблица 1. Данные для расчета расхода влекомых наносов по данным экспериментов на лотках (Клавен, Копалиани, 2011) и результаты вычислений (средний диаметр наносов 6.5 мм; ширина лотка 0.5 м)

Уклон, б/р	Глубина, м	Скорость, м/с	Расход воды, м ³ /с	Расход наносов измененный, кг/с	Расход наносов по ф-ле Шоклича, кг/с	Расход наносов по ф-ле Шамова, кг/с	Расход наносов по ф-ле Егизарова, кг/с	Расход наносов по ф-ле ВСН-83, кг/с	Расход наносов по ф-ле Гришанина, кг/с	Расход наносов по ф-ле Леви, кг/с	Расход наносов по ф-ле Гончарова, кг/с	Расход наносов по ф-ле Шмаковой, кг/с
0.0070	0.150	1.07	0.080	0.143	0.05277	0.08	1.00	0.00073	0.000166	0.41	0.03	0.207
0.0070	0.230	1.14	0.128	0.225	0.12996	0.08	1.60	0.00157	0.000167	0.45	0.03	0.211
0.0028	0.265	1.07	0.142	0.105	—*	0.05	1.13	0.00026	0.000108	0.31	0.02	0.211
0.0030	0.176	1.56	0.138	0.414	—*	0.43	1.13	0.00022	0.000913	2.05	0.16	0.311

* — в рассчитанных расходах наносов имели место отрицательные значения.

Следует заметить, что при расчетах расхода влекомых наносов по данным экспериментов на лотках по аналитической формуле расхода наносов (8) были откалиброваны параметры этой формулы. Значения эти параметров составили 0.99 и 2.5 соответственно, для f и c . И при расчете расхода влекомых наносов на реке Ала-арча принимались эти, полученные на независимом материале, значения параметров формулы (8).

Наименьшие значения среднего относительного отклонения между рассчитанными и наблюдаемыми расходами влекомых наносов для данных экспериментов на лотках составили 49 и 50 % по формулам (1) и (8), для реки Ала-арча — 42% по формуле (8) и 65% по формуле (4).

Таблица 2. Данные для расчета расхода влекомых наносов по р. Ала-арча (Поздняков, 2012) и результаты вычислений (средний диаметр наносов 145 мм)

Уклон, б/р	Глубина, м	Скорость, м/с	Ширина, м	Расход воды, м³/с	Расход наносов измененный, кг/с	Расход наносов по ф-ле Шоклича, кг/с	Расход наносов по ф-ле Шамова, кг/с	Расход наносов по ф-ле Егиазарова, кг/с	Расход наносов по ф-ле ВСН-83, кг/с	Расход наносов по ф-ле Гришанина, кг/с	Расход наносов по ф-ле Гончарова, кг/с	Расход наносов по ф-ле Шмакова, кг/с
0.03	0.71	2.18	10.85	16.80	2.08	40.83	1.11	19.5	1.27	0.00297	4.44	1.57
0.03	0.75	2.24	10.77	18.10	1.60	44.83	1.33	21.0	1.42	0.00399	4.92	1.15
0.03	0.75	2.50	10.83	20.30	1.23	51.43	3.35	23.5	1.59	0.01591	9.65	1.28
0.03	0.74	2.13	10.85	17.10	1.51	41.74	0.78	19.8	1.33	0.00092	3.60	1.21
0.03	0.79	2.42	10.57	20.20	0.96	51.37	2.38	23.4	1.64	0.00997	7.36	0.73
0.03	0.73	2.28	10.51	17.50	0.70	43.26	1.60	20.3	1.35	0.00579	5.55	1.37
0.03	0.72	2.60	10.58	19.80	0.76	50.15	4.53	23.0	1.51	0.02343	12.28	1.70
0.03	0.76	2.22	10.79	18.20	0.81	45.12	1.18	21.1	1.44	0.00312	4.58	1.02
0.03	0.78	2.34	10.52	19.20	0.60	48.39	1.82	22.3	1.55	0.00679	6.06	0.82

Таблица 3. Средние относительные отклонения между рассчитанными по разным формулам и наблюдаемыми расходами влекомых наносов, %

Формулы расхода влекомых наносов	Среднее относительное отклонение, %	
	лоток	р. Ала-арча
А. Шоклич (1)	49*	4730
Г.И. Шамов (2)	113	145
И.В. Егиазаров (3)	292	2100
Формула из ВСН-83 для рек, с $I > 0.01$ (4)	100**	65
К.В. Гришанин (5)	100**	100**
В.Н. Гончаров (6)	77	600
И.И. Леви (7)	414	—*
Аналитическая формула расхода наносов (М.В. Шмакова) (8)	50	42

* – в рассчитанных расходах наносов имели место отрицательные значения; ** – рассчитанные расходы наносов близки к нулю.

Выводы. В результате выполненного исследования получен сравнительный анализ восьми расчетных формул расхода влекомых наносов в приложении для рек с крупнофракционными донными отложениями. Вычисления проводились по данным экспериментов на гидравлических лотках и для горной реки Ала-Арча. Уникальность вычисления расходов наносов на данной реке представлена тем, что результаты наблюдений за гидравлическим режимом обеспечены качественной информацией о расходах влекомых наносов на этом водотоке.

Наилучшие результаты вычислений получены по аналитической формуле расхода наносов (Шмакова, 2013). Среднее относительное отклонение наблюдаемых и рассчитанных значений расходов наносов составило 50% для данных экспериментов на лотках и 42% для р. Ала-Арча. При этом следует заметить, что значение одного из параметров формулы (8) с несколько отличается от значений, рекомендованных для расчета расхода наносов неизученных рек (Шмакова, 2013). Это объясняется тем, что при оценке параметров и их последующем обобщении в качестве данных наблюдений на горных и полугорных водотоках принимались во внимание как расходы влекомых так и расходы взвешенных наносов. Однако точность измерения расхода влекомых наносов традиционными методами крайне низкая и это при том, что для рек указанного типа вклад расхода влекомых наносов в общий расход наносов достаточно велик.

Таким образом, параметры формулы (8) для водотоков с крупнофракционными донными отложениями необходимо уточнить на качественном натурном материале. И первым шагом в уточнении параметров могут явиться полученные в настоящей работе результаты.

Список литературы

- ВСН 163–83. Учет деформаций речных русел и берегов водоемов в зоне подводных переходов магистральных трубопроводов (нефтегазопроводов). М.: Миннефтегазстрой, 1985, 117 с.
- Клавен А.Б., Копалиани З.Д. Экспериментальные исследования и гидравлическое моделирование речных потоков и руслового процесса. СПб: Нестор-История, 2011. 544 с.
- Поздняков Ш.Р. Проблемы расчета и измерения характеристик наносов в водных объектах. СПб: Лема, 2012. 226 с.
- Шмакова М.В. Аналитическая формула расхода наносов. Методика расчетов. Метеорология и гидрология. 2013. № 8. С. 61–69.
- Шмакова М.В. Теория и практика математического моделирования речных потоков. СПб.: Лема, 2013. 144 с.

ОСОБЕННОСТИ ЗООПЛАНКТОНА НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ПРЕГОЛЯ (БАСЕЙН ВИСЛИНСКОГО ЗАЛИВА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ)

*Ю. Ю. Полунина, *Н. В. Родионова, **Г. А. Цыбалева

*ФГБУ Атлантическое отделение института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, 236022, г. Калининград, пр-т Мира, 1;
e-mail: jul_polunina@mail.ru; nleptodora@gmail.com

** ФГОУ ВПО Калининградский государственный технический университет, 236000, г. Калининград, Советский пр-т, 1;
факультет биоресурсов и природопользования

Проанализированы изменения видового состава, динамики численности, биомассы и продукции зоопланктона нижнего течения р. Преголя, включая рукава Старая и Новая Преголя. Встречаемость видов на разных участках реки обусловлена биотопическими и гидрологическими особенностями этих участков. Высокая численность и биомасса зоопланктона после слияния рукавов и в устье реки происходит за счет веслоногих ракообразных, попадающих сюда из Вислинского залива. Зоопланктон медиальной части реки качественно и количественно развит менее по сравнению с прибрежными участками реки. В рукавах р. Преголя значительных различий в интенсивности продукционных процессов зоопланктона не выявлено. Отмечен низкий вклад коловраток в продукцию зоопланктона. Суммарная продукция за вегетационный сезон мирного зоопланктона в прибрежье реки составляла 5.8 ккал. м⁻³; в медиали — 8.1 ккал. м⁻³; суммарная продукция хищного планктона — 1.3 ккал. м⁻³ и 0.2 ккал. м⁻³ соответственно.

Ключевые слова: зоопланктон, распределение, динамика численности, биомассы, продукции, р. Преголя

Analyzing the changes of species composition, abundance, biomass and production of zooplankton of the lower reaches R. Pregolya, including the sleeves Old and New Pregolya. The occurrence of species in different parts of the river due biotopical and hydrological features of these parts of the river. High abundance and biomass of zooplankton after the merger of the sleeves and at the mouth of the river is due to copepods from the Vistula Lagoon. Zooplankton medial River qualitatively and quantitatively less developed compared to the ripal zone of the river. Significant differences in the intensity of zooplankton production in the sleeves were not found. In the zooplankton production marked the low participation of rotifers. The total production of nonpredatory zooplankton during the vegetative season was low and amounted to: in the ripal zone of the Pregolja River — 5.8 kcal. m⁻³ and in the medial zone of the Pregolja River — 8.1 kcal. m⁻³; total production of predatory plankton — 1.3 kcal. m⁻³ and 0.2 kcal. m⁻³ respectively.

Keywords: Zooplankton, distribution, dynamics of abundance, biomass, production, Pregolja River.

Река Преголя имеет длину 123 км и общую площадь водосбора 15500 км²; принадлежит бассейну Вислинского залива Балтийского моря. Географическое устье реки соединено с Балтийским морем Калининградским морским каналом, который по гидрологическому режиму, глубинам, рельефу дна и другим показателям представляет собой продолжение реки (Чубаренко, Шкурено, 2001). Вследствие этого нижнее течение р. Преголя и канал объединены едиными гидродинамическими процессами и характеризуется сгонно-нагонными явлениями. В нижнем течении реки расположен г. Калининград, с находящимися здесь портами и др. многочисленными хозяйственными объектами и антропогенная нагрузка на этот участок реки крайне велика. АО ИО-РАН проводит мониторинговые работы в нижнем течении реки Преголя с 1996 г. и данная работа результата обобщения многолетних данных по зоопланктону.

Материалом для работы послужили 278 проб мезозоопланктона, собранные в ходе ежемесячного или сезонного мониторинга лабораторией морской экологии АО ИОРАН в 1996–2007, 2011 гг. в нижнем течении р. Преголя (около 17 км нижнего течения) на 18 разрезах. На рукавах Новая Преголя и Старая Преголя располагались по три разреза, после слияния рукавов — пять разрезов, включая устье. Пробы отбирали в медиальной части реки количественными сетями Джели и Нансена (Ø = 14 и 19 см) с размером ячеи 100 µm, вертикальным ловом от дна до поверхности. В рипали — процеживали 50 л речной воды через сети с тем же размером ячеи. Камеральную и статистическую обработку проб проводили по общепринятым методикам (Методические ..., 1984; Балушкина, Винберг, 1979). Пробоотбор сопровождался измерением температуры, прозрачности и по возможности — солёности.

Продукцию зоопланктона оценивали на разрезах, расположенных на рукавах Новой и Старой Преголи. Суточную продукцию зоопланктона рассчитывали на основании биомассы трофических групп физиологическим методом (Сушеня, 1972; Хлебович, 1974). При переводе калории использовали оксикалорийный коэффициент 4.86 ккал./мл О₂. Для мирных Copepoda K₂=0.2, для Cladocera K₂=0.35, для нехищных Rotifera K₂=0.4, для хищных Copepoda, Cladocera и Asplanchna K₂=0.3. Суточный рацион рассчитывали по формуле C=P/K₁. Коэффициенты использования потребленной пищи на рост (K₁) принимали для мирных животных 0.22, для хищных и всеядных копепод — 0.16; для Asplanchna — 0.28; для крупных хищников из ветвистоусых Leptodora и Polyphemus — 0.32. При расчете дыхания (R) вносили температурную поправку Q₁₀, температурный коэффициент Вант-Гоффа, показывающий во сколько раз возрастает скорость процесса при повышении температуры на 10°C. Значения Q₁₀ принято равным 2.25 (Винберг, 1983).

В результате анализа многолетних данных в нижнем течении Преголи выявлено 109 видов и таксономических групп зоопланктона. Массовые виды в реке — широко распространенные палеарктические виды, относящиеся преимущественно к видам-фильтраторам, коловратки Asplanchna priodonta Gosse, Brachionus calyciflorus Pallas, B. angularis Gosse, Keratella quadrata (Müller); веслоногие рачки Acanthocyclops viridis (Jurine), Eudiaptomus gracilis (Sars) и кладоцеры Bosmina longirostris (Müller), Daphnia cucullata Sars, Chydorus sphaericus (Müller). Большинство этих видов относятся к мезосапробам. В меропланктоне отмечены личинки Polychaeta, Cirripedia и Bivalvia.

Встречаемость тех или иных видов на разных участках реки обусловлена биотопическими и гидрологическими особенностями этих участков. Выделены три группы видов по отношению к солёности: 1) пресноводные стеногайальные, виды, которые практически не встречаются ниже слияния двух рукавов Преголи; 2) пресноводные эвригайальные — встречаются почти по всей акватории; 3) виды солоноватоводного и морского комплекса. Относительно биотопических условий выделены виды: 1) фитофильного комплекса (встречаются только в прибрежной зоне двух рукавов Преголи с выраженной прибрежной растительностью — преимущественно ветвистоусые ракообразные); 2) пелагические виды (обитают в толще воды реки, в медиали — большинство видов коловраток и веслоногих); 3) виды, обитающие у дна — представители подотряда Harpacticoidae, некоторые виды циклопов и кладоцер. В целом, в прибрежном биотопе разнообразие зоопланктона выше, чем в медиале реки.

Осенью в р. Преголя отмечают нагоны осолоненной воды из Вислинского залива. Во время сильных нагонов солёные воды доходят (по двум рукавам) до 17 км вверх по реке, а иногда и выше. В такие периоды в зоопланктоне Старой и Новой Преголи появляются веслоногие рачки *Eurytemora affinis* и *Acartia* spp. из Вислинского залива.

Пространственное распределение зоопланктона вдоль реки в рукавах Старой и Новой Преголи, после слияния рукавов и в устье имеет отличия. В медиальной части р. Новой Преголи отмечена более высокая численность коловраток, чем на акватории Старой Преголи, в то время как численности низших ракообразных выше в рукаве Старой Преголи. После слияния рукавов и в устье отмечены достаточно высокие показатели численности зоопланктона, превышающие таковые показатели в рукавах реки (табл. 1), что обусловлено наличием здесь видов, массово обитающих в заливе — *Eurytemora affinis* и видов рода *Acartia*.

Таблица 1. Средняя численность и биомасса зоопланктона в медиальной части р. Преголя (данные 1996–2007 гг.)

Параметр	Новая Преголя	Старая Преголя	Участок после слияния рукавов	Устье
N, тыс. экз./м ³	32.5±19.9	35.2±25.9	46.6±37.9	79.2±58.2
B, мг/м ³	342.8±255.7	442.5±370.7	988.2±946.1	948.1±795.4

Средняя за вегетационный сезон биомасса основных групп зоопланктона на разных участках реки в медиали сходна с параметрами численности на этих участках реки (табл. 1).

Распределение зоопланктона по поперечному профилю р. Преголя характеризовалось большей плотностью зоопланктона в прибрежье, относительно медиали, что обусловлено более низкими скоростями течения и наличием разнообразных местообитаний для планктона. В среднем, численность зоопланктона в прибрежье составила 51.4 ±34.8 тыс. экз./м³, что почти в три раза выше, чем в медиали реки (18.2±15.3 тыс. экз./м³). Численность веслоногих ракообразных сходна в прибрежье и медиальной части реки (15.3 и 11.1 тыс. экз./м³, соответственно), тогда как коловратки и особенно ветвистоусые ракообразные наиболее многочисленны в прибрежной зоне реки. Биомасса зоопланктона в медиали в среднем не превышала 1 г/м³, а в прибрежье — 2 г/м³. При этом в прибрежье более 60% от общей биомассы составляли кладоцеры, в то время как в медиали 65.5% циклопы и виды рода *Eudiaptomus*, а доля кладоцер не превышала 30%. В устьевой зоне реки общая численность и биомасса зоопланктона выше, прежде всего, за счет веслоногих ракообразных из залива. Таким образом, в медиальной, быстротекущей части р. Преголя зоопланктон качественно и количественно развит менее по сравнению с прибрежными участками реки, заросшими макрофитами. Такая тенденция выявлена и в других малых реках и является, вероятно, с поправками на региональную специфику, общим правилом распределения зоопланктона медленнотекущих равнинных малых рек (Крылов, 2005).

В сезонном аспекте отмечены следующие изменения в структуре и обилии зоопланктона р. Преголя. В ранневесенний период массово развивались веслоногие ракообразные, прежде всего науплиальные и копеподитные стадии циклопов (до 60% от общей численности зоопланктона) и циклопы *Cyclops vicinus* (22%) и *Mesocyclops leuckarti* (7.6%); количественное развитие коловраток и ветвистоусых ракообразных крайне незначительное. В апреле в планктоне реки наряду с ювенильными стадиями циклопов появлялся массовый вид Вислинского залива — *Eurytemora affinis* и ее копеподитные стадии, доля этого вида могла достигать 31% от общей численности и 57% от общей биомассы зоопланктона в нижнем течении реки. Доля коловраток в апреле не превышала 10%. В группе ветвистоусых ракообразных появлялись *Ch. sphaericus* и *B. longirostris* (не превышала 0.5% от общей численности и биомассы). В мае в группе коловраток присутствовали такие виды как *Filinia longiseta* и *Asplanchna priodonta*. Среди веслоногих ракообразных преобладали ювенильные стадии циклопов и каляниды *E. affinis*, а в группе циклопов массово развивались *Mesocyclops leuckarti*, *M. crassus* и *Cyclops furcifer*. Кладоцера *Bosmina longirostris* достигала почти 18% от общей численности и 6% от биомассы. В летнем зоопланктоне значительно возрастала доля коловраток: массово развивались *Euchlanis dilatata* (до 13% от всей биомассы зоопланктона), *B. calyciflorus* и *K. quadrata*. Среди веслоногих ракообразных преобладали ювенильные стадии циклопов, циклопы *Thermocyclops oithonoides*, *Megacyclops viridis*, *Diacyclops languidoides*. В группе кладоцер доминировали *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longirostris*, *Daphnia cucullata*.

Осенью, при возрастании нагонных явлений, в нижнем течении реки доминировала *Eurytemora affinis* и ее ювенильные стадии, составляя 50% от общей численности и почти 65% общей биомассы.

Рост численности и биомассы зоопланктона р. Преголя происходил в весенний период, достигая максимальных величин летом с пиками численности в июле (130±110 тыс. экз./м³) и биомассы в августе (958±788 мг/м³). Пик количественных параметров зоопланктона в июле обусловлен развитием коловраток, в августе — обилием планктонных ракообразных. В сентябре численность и биомасса зоопланктона снижались,

однако в октябре–ноябре происходил рост количественных показателей зоопланктона. Осенью возрастает частота и интенсивность нагонов воды из залива в р. Преголя, рачки, массово обитающие в заливе, попадают в нижнее течение р. Преголя, что приводит к росту общей численности и биомассы зоопланктона. В целом, количественные параметры зоопланктона нижнего течения р. Преголя в течение года изменялись в зависимости от температуры воды и нагонных явлений.

Распределения сезонной продукции в рипали Новой и Старой Преголи не имело существенных различий. На обеих станциях максимальные величины продукции наблюдались в июле (1.2 и 1.3 ккал/м³), а минимальные величины в октябре (0.05 и 0.02 ккал/м³). Основу продукции формировали мирные зоопланктеры. В Новой Преголя микрофилтраторы (*Bosmina longirostris*, науплии) и детритофаги (мелкие хидориды) в мае, июне, августе и сентябре составляли 58%–74% продукции. В июле макрофилтраторы из рода *Daphnia*, *Ceriodaphnia quadrangula* и младшие копепоиды циклопов составляли в общей продукции около 55%. Осеннюю продукцию в рипали р. Новой Преголи формировали неполовозрелые особи веслоногих рачков (*Eudiaptomus graciloides* — 67.5%) вместе с коловратками (32.5%). В Старой Преголе в мае (66%), августе (55%), сентябре (51%) и октябре (58%) основной вклад в продукцию приходился на микро и макрофагов веслоногих рачков (науплии и младшие копепоиды циклопов). В июне (47%) и в июле (71%) возрастала роль детритофагов (мелкие хидориды). Осенью, как и в р. Новой Преголя, продукцию зоопланктона формировали коловратки (42%) и копепоидитные стадии веслоногих (*Eurytemora affinis* — 58%). Суммарная продукция за вегетационный сезон мирного зоопланктона в Новой Преголе была немного выше, чем в Старой Преголе и составляла 3.3 и 2.5 ккал/м³ соответственно. Продукция хищного планктона на обоих рукавах была невысокой и практически не отличалась — 0.6 и 0.7 ккал/м³. Не отличалась и скорость оборачиваемости биомассы (P/B): мирного — 11 и 12 , хищного — 5 и 6 .

В медиали р. Новой Преголя в мае и в сентябре продукцию формировали коловратки (52 и 29%) и каляниды — *Eurytemora affinis* и *Eudiaptomus graciloides* (20 и 47%). В остальные месяцы от 58 до 95% продукции приходилось на долю кладоцер — *Bosmina longirostris*, *Daphnia galeata*, *Daphnia cucullata*, *Ceriodaphnia quadrangula* и мелких хидориды. В медиали Старой Преголя ветвистоусые рачки (макро, микрофилтраторы и детритофаги) играли существенную роль в продукции только в мае и июне. В июле продукция в равных частях состояла из ветвистых и веслоногих рачков, главным образом макрофилтраторов — р. *Daphnia*, науплиев и копепоидов веслоногих рачков. В остальные месяцы 76–97% продукции формировали науплии и копепоиды веслоногих рачков. Вклад коловраток в продукцию р. Старая Преголя на протяжении всего вегетационного сезона был несущественным. До октября в медиали Новой и Старой Преголя не отмечено значительных различий в суммарной продукции зоопланктона — 1.5 и 1.7 ккал/м³ соответственно. В октябре, с затоком из залива в рукав Старая Преголя соленых вод, принесших большое количество *Eurytemora affinis* (97.5 тыс. экз./м³), продукция, по сравнению с медиалью Новой Преголя увеличивается на порядок — 4.6 и 0.4 ккал/м³ соответственно.

Соотношение средней за вегетационный сезон биомассы хищного и мирного зоопланктона в Новой Преголе выше, чем в Старой Преголе, что позволяет оценить рипаль и медиаль этой части реки, как более эвтрофные. Основную часть продукции зоопланктона (78–98%) как в рипали, так и в медиали обоих рукавов формировали мирные зоопланктеры, главным образом микро, макрофилтраторы и детритофаги. Величину продукции, в основном, определяли мелкие хидориды (собиратели-фито-, детритофаги) и смешанная группа ювенильных стадий *Cyclozoidea* (собиратели-эврифаги). Роль коловраток и крупных форм ветвистоусых рачков в продукционно-деструкционных процессах в р. Преголя незначительная. Величина количества энергии, необходимой для поддержания структуры сообщества (R/B) в рипали изменяется от 21 до 24%, в медиали — от 28 до 30%. Наиболее высокие траты энергии, обеспечивающие функционирование сообщества (P/R), характерны для зоопланктона Новой Преголи. Суммарная продукция за вегетационный сезон мирного зоопланктона в прибрежье реки составляла 5.8 ккал. м⁻³; в медиали — 8.1 ккал. м⁻³; суммарная продукция хищного планктона — 1.3 и 0.2 ккал. м⁻³ соответственно.

Таким образом, основу сообщества зоопланктона р. Преголя, как и в большинстве медленно текущих равнинных рек, составляют веслоногие ракообразные. Наряду с этим на зоопланктон нижнего течения р. Преголя очень существенно влияние зоопланктона Вислинского залива, особенно на участке реки от слияния рукавов до устья реки. Численность, биомасса зоопланктона в р. Преголя ниже, чем эти показатели в Вислинском заливе (Науменко, 2007) и Калининградском морском канале (Полунина, Терехова, 2010), но сопоставимы с показателями зоопланктона средних и малых рек Северо-Западного региона (Крылов, 2005). В целом, в течение года количественные параметры зоопланктона нижнего течения р. Преголя изменялись в зависимости от температуры воды и нагонных явлений. Основную часть продукции зоопланктона (78–98%) как в рипали, так и в медиали обоих рукавов формировали мирные зоопланктеры, главным образом микро- и макрофилтраторы и детритофаги. Продукция беспозвоночных хищников в общей численности, биомассе и продукции зоопланктона невелика, что исключает напряженные отношения в цепи хищник — жертва. В целом, продуктивность зоопланктона р. Преголя ниже, чем в Вислинском заливе (Науменко, 2007), но на порядок выше, чем в реках Днестр (Набережный, 1980) и Томь (Петлина и др., 2000).

Список литературы

- Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. Зависимость между массой и длиной тела у планктонных ракообразных // Общие основы изучения водных экосистем. Л.: Наука, 1979. С. 169–172.
- Винберг Г.Г. Температурный коэффициент Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса в биологии // Журнал общей биологии. 1983. Т. 44, № 1. С. 31–42.
- Крылов А.В. Зоопланктон равнинных малых рек. М.: Наука, 2005. 263 с.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресных водоемах. Зоопланктон и его продукция / Под ред. А.А. Салазкина, М.Б. Ивановой, В.А. Огородникова. Л.: Гос. НИИ озёрного и речного рыбного х-ва, 1984. 33 с.

Науменко Е.Н. Зоопланктон Вислинского залива. Калининград: ФГОУ ВПО «КГТУ», 2007. 210 с.

Набережный А.И. Зоопланктон нижнего Днестра в условиях антропогенного воздействия // Биогидроресурсы бассейна Днестра, их охрана и рациональное использование. Кишинев: Штиинца, 1980. С. 87–103.

Петлина А.П., Юракова Т.В., Залозный Н.А., Лукьянцева Л.В., Брусьянина Т.А., Шаманцева Н.А., Роджулас С.С. Гидробионты малых водотоков Нижней Томи и их значение в оценке экологической ситуации водоемов // Сибирский экологический журн. 2000. № 3. С. 523–335.

Полунина Ю.Ю., Терехова Т.А. Особенности зоопланктона лотической системы «река Преголя - Калининградский морской канал (КМК)» // Известия Калининградского государственного технического университета. 2010. № 17. С. 25–29.

Суцень Л.М. Интенсивность дыхания ракообразных. Киев: Наук.думка, 1972. 195 с.

Хлебович Т.В. Интенсивность дыхания у инфузорий разного размера // Цитология. 1974. Т. 16, № 1. С. 103–015.

Чубаренко Б.В., Шкуренко В.И. Физические механизмы проникновения соленых вод вверх по реке Преголе с учетом влияния рельефа дна // Физические проблемы экологии (экологическая физика). М.: Физический факультет МГУ, 2001. № 7. С. 80–88.

УДК 574.583

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗООПЛАНКТОНА РОДНИКОВ И РОДНИКОВЫХ РУЧЬЁВ Г. ЖИГУЛЁВСКА (САМАРСКАЯ ОБЛ.)

Н. В. Полякова, Т.А. Чужекова

Санкт-Петербургский Государственный университет

199178, Санкт-Петербург, 1б линия В.О., д.29, каф. Ихтиологии и гидробиологии,

nvpnataly@yandex.ru, chuzhekova@gmail.com

The zooplankton communities of springs and spring brooks were studied. Only tree species have influence on the community structure — *Eucyclops speratus*, *Microcyclops varicans* and *Chydorus sphaericus*. We mentioned these species in all water bodies in rather sufficient amounts, other species had only sporadic occurrence. The zooplankton abundance was very low and depended on the spring type — in limnocrenes it was higher than in rheocrenes, where only single exemplars of planctonic animals were found.

Ключевые слова: зоопланктон, ручьи, родники, видовой состав, Самарская Лука.

Keywords: Zooplankton, springs, spring brooks, Samarskaya Luka, species composition.

Город Жигулёвск (Самарская область, Среднее Поволжье) находится на территории Самарской Луки — полуострова образованного изгибом Волги в ее среднем течении. Из-за особенностей своего геологического строения с преобладанием карстовых форм рельефа, Самарская Лука обеднена водоемами и водотоками, что и послужило одной из основных причин их малой изученности. Основная часть стоячих постоянных водоемов представляет собой пойменные озера в юго-восточной части территории, большинство же водотоков имеют временный характер и образуются во время таяния снежного покрова. Несмотря на активные исследования и, как следствие, большое количество публикаций, посвящённых гидробиологическим характеристикам р. Волги, малым водотокам уделяли незначительное внимание, а ручьи и родники оказались обойдёнными вниманием. В связи с этим с 2005 г. ведутся систематические исследования малых водотоков на территории г. Жигулёвска и его окрестностей. Ввиду небольшой глубины и слабого течения биота ручьёв представлена в основном бентосными формами, планктонные сообщества выражены только в отдельных точках и зачастую в небольшой период времени. Именно поэтому основное внимание уделяли именно структурно-функциональным характеристикам макрозообентоса (Чужекова, Полякова, 2007; Чужекова, 2011). Но, поскольку без описания планктонных сообществ характеристика водоёма является неполной, целью данной работы было оценить видовой состав и численность организмов зоопланктона в родниковых ручьях г. Жигулёвска.

Исследования проведены на 6 водотоках с середины июля по конец августа, с периодичностью 4–10 дней, на каждом объекте проведено 4–8 съёмов. Пробы зоопланктона отбирали с помощью фильтрации 30 л воды через качественную сеть Апштейна (из мельничного капронового сита № 70) в трёх повторностях (Крылов, 2005). На двух ручьях сбор материала проведёт в двух точках. Собранные пробы фиксировали и обрабатывали по стандартной методике.

Длина исследованных водотоков составила от 15 м до 2 км, ширина большинства не превышала 1 м, глубина варьировала от 2 до 50 см. Часть ручьёв частично или полностью пересыхала, образуя отдельные лужи, которые соединялись между собой только во время дождей. Все ручьи имеют непосредственно родниковое происхождение. Согласно классификации родниковых местообитаний по А. Тиннеману (1907 цит. по: Thienimpp 1926) к лимнокренам могут быть отнесены два родника, прочие водные объекты являются реокренами — собственно родниковыми ручьями.

Анализ видовых списков зоопланктона изученных родников и ручьёв показал крайнюю бедность видового состава. Всего отмечено 12 таксонов, большинство с единичной встречаемостью. Найдено всего 4 вида коловраток, причём, *Brachionus diversicornis* и представители родов *Asplanchna* и *Trichocerca* отмечены разово в роднике численность их не превышала нескольких экземпляров в м³ и только представители отряда Bdelloidea встречались в небольших количествах (до нескольких сотен в куб.м) в трёх точках в течение всего периода наблюдений. Это большей частью придонные коловратки скорее относящиеся к мейобентосу, чем к планктону.

Ветвистоусые ракообразные также представлены крайне бедно. Всего обнаружено 5 видов, характерных для мелких заросших водоёмов. В первую очередь необходимо указать *Chydorus sphaericus*, типичную форму зарослевого планктона, широко распространённую в самых различных типах водоёмов и массово развивающуюся даже в лужах. Здесь он отмечен на всех станциях, в течение всего периода наблюдений. Численность его колебалась от единиц до десятков тысяч экземпляров в м³, но в целом массового развития не было. В меньших количествах отмечен *Simocephalus vetulus*, так же типичный представитель прудового планктона. Особи отличались небольшими размерами, численность не превышала 300 экз./м³. Присутствие прочих ветвистоусых носило разовый характер.

Веслоногие ракообразные играли основную роль в количественных характеристиках большинства изученных водоёмов, за редким исключением составляя от 50 до 100% общей численности. Три вида — *Eucyclops speratus*, *Microcyclops varicans* и *Macrocyclops albidus* отмечены на всех, практически, станциях в течение всего сезона. По численности несомненно преобладал *Eucyclops speratus*, достигая в отдельные съёмки 20 тыс. экз./м³. Численность *Microcyclops varicans* колебалась от единиц до нескольких тыс. экз./м³, *Macrocyclops albidus* обычно не превышала 100–200 экз./м³ при постоянном присутствии.

Таким образом, можно сказать, что только три вида — *Eucyclops speratus*, *Microcyclops varicans* и *Chydorus sphaericus* играют роль в формировании сообществ зоопланктона изученных ручьёв. Видимо, чёткое доминирование веслоногих ракообразных объясняется родниковым происхождением, поскольку для малых рек характерен ротаторно-кладоцерный характер сообществ, а для мелких заросших и особенно, временных водоёмов, указано преобладание ветвистоусых, как организмов, легко и быстро реагирующих на изменения условий существования. Родники же характеризуются специфичным комплексом форм, среди которых ведущая роль принадлежит как раз веслоногим ракообразным (Gerecke et al., 1997; Крылов, 2005; Stoch, 2007).

По отдельным водоёмам численность зоопланктона в течение периода наблюдений колебалась от единиц до десятков тысяч экз./м³, причём высокие показатели обилия, как было указано выше, обуславливались присутствием молоди и взрослыми особями копепод. Численность зоопланктона заметно возрастала при отсутствии течения и резко снижалась, при его появлении. Более стабильные показатели наблюдали в родниках, где течение отсутствовало.

Можно говорить о низком количественном развитии исследованных родников и ручьёв, поскольку даже в малых реках Самарской области численности планктонных организмов на порядки выше, не говоря уже о прудах и озёрах.

Таким образом, развитие планктонных сообществ в родниковых ручьях Самарской Луки носит периодический характер, структура сообществ характеризуется крайне низкими видовым разнообразием и показателями обилия.

Список литературы

- Крылов А.В. Зоопланктон равнинных малых рек. М.: Наука, 2005. 263 с.
- Чужекова Т.А. Гидробиологический режим родниковых ручьёв Самарской Луки // Мат. XIII научного семинара «Чтения памяти К.М. Дерюгина». СПб., 2011. С. 31–55. Чужекова Т.А., Полякова Н.В. Макрозообентос некоторых водоёмов Самарской Луки // Самарская Лука: бюлл. 2007. Т. 16, № 3. С. 538–546
- Gerecke R., Meisch C., Stoch E., Acri, Franz F.H. Eucronon-hypocronon ecotone and spring typology in the Alps of Berchtesgaden (Upper Bavaria, Germany). A study of microcrustacea (Crustacea: Copepoda, Ostracoda) and water mites (Acari: Halacaridae, Hydrachnellae) // Studies in Crenobiology. 1997. P. 167–182.
- Stoch F. Copepods colonising Italian springs // The spring habitat: biota and sampling methods. Monografie del Museo Tridentino di Scienze Naturali. 2007. V. 4. P. 217–235.
- Thienemann A. Hydrobiologische Untersuchungen an den kalten Quellen und Bächen der Halbinsel Jasmund auf Rügen // Archiv für Hydrobiologie. Bd. XVIII. P. 221–336

ИНВАЗИОННЫЕ МАКРОФИТЫ В МАЛЫХ РЕКАХ СРЕДНЕГО ПРИДНЕПРОВЬЯ (УКРАИНА)

М. С. Прокопук

Институт эволюционной экологии НАН Украины

Украина, 03143, г. Киев, ул. академика Лебедева, 37, maryana.prokopuk@yandex.ua

Приведены результаты исследований инвазий видов рода *Elodea* малыми реками Среднего Приднестровья (Украина). Показано, что современные экологические условия, сложившиеся в малых водотоках Украины, благоприятствуют инвазиям макрофитов; усиление антропогенного эвтрофирования малых рек влечет за собой исчезновения *E. canadensis* и способствует расселению *E. nuttallii*.

Ключевые слова: инвазионные макрофиты, *Elodea canadensis*, *Elodea nuttallii*, *Elodea densa*, Среднее Приднестровье.

The results of the researches of the invasions of the species of the genus *Elodea* of the small rivers of the Middle Dnieper (Ukraine) are given. It is shown that the modern ecological conditions which have developed in small waterways of Ukraine, favor to the invasions of macrophytes; the strengthening of the anthropogenous eutrophication the small rivers entails the disappearances of *E. canadensis* and promotes *E. nuttallii* moving.

Keywords: invasive macrophytes, *Elodea canadensis*, *Elodea nuttallii*, *Elodea densa*, the Middle Dnieper.

Сегодня инвазивные виды стали глобальной проблемой, поскольку не только являются показателем трансформации природных экосистем, но и, зачастую, ведут к существенным потерям биоразнообразия. Сте-

пень экологического риска этого явления по своей величине уступает, пожалуй, только уничтожению природных местообитаний.

С конца XX века вопрос изучения инвазий чужеродных видов является одним из актуальных в исследовании мировой флоры. Особое место тут занимает изучение инвазионных видов высших водных растений, путей их проникновения и стратегии в новых условиях, поскольку инвазии чужеродных видов в маловидовые сообщества, какими являются сообщества макрофитов, где стремительное распространение агрессора приводит к полной трансформации природной структуры фитоценоза, особенно опасны.

Наиболее "агрессивными" среди макрофитов являются инвазии представителей рода *Elodea* Michx. (Hydrocharitaceae). Уже в середины XIX века с балластными водами в Европу проникает североамериканский вид *Elodea canadensis* Michx. *E. canadensis* впервые была отмечена в Норвегии в 1925 г. недалеко от Осло (Josefsson, 2011). В больших количествах она распространилась по европейским странам и была впервые зафиксирована: в Ирландии в 1836 г., в Шотландии в 1854 г., в Германии, недалеко от Берлина, в 1859 г., а также в Польше примерно в это же время. Впервые об этом виде существуют упоминания в Скандинавии, Дании в 1870 г., в Швеции и Финляндии в 1871 и 1884 гг. (Josefsson, 2011). В европейской части России этот вид в 1880 г., в Латвии в 1872 г., в Литве в 1884 г. и в Эстонии в 1905 г. (Josefsson, 2011). *E. canadensis* в настоящее время широко распространена по всему миру и считается сорняком в Азии, Африке, Австралии и Новой Зеландии (Josefsson, 2011).

С начала XX века на территорию Европы из Американского континента колонизировались еще три вида этого рода — североамериканские *Elodea nuttallii* (Planch.) H. St. John и *Elodea ernstiae* H. St. John. (= *E. callitrichoides* (Rich.) Caps) и южноамериканский вид *Elodea densa* (Planch.) Caspari (= *Egeria densa* Planch.) (Simpson, 1984).

Европейская организация по карантину и защите растений (ЕОКЗР) в 2004 г. внесла *Elodea nuttallii* и в 2005 г. *E. densa* в Список инвазионных чужеродных растений (EPPO List ..., 2009), эти два вида и *E. canadensis* включены в "черный список" Европы (Assessment of existing lists ..., 2007). *E. densa* и *E. canadensis* занесены также в базу данных "Адвентивные виды растений Восточной Европы" (Чужеродные виды ..., 2005).

Первые сведения об *E. nuttallii* на территории Великобритании датируются 1914 г., когда она была впервые идентифицирована как *Hydrilla verticillata* (Lf.) Royle; в Бельгии — в 1939 г., Нидерландах в 1941 г. и в Германии в 1953 г., в Дании в 1974 г., в Ирландии, в 1984 г., в Швеции в 1991 г. и Норвегии в 2006 г. (Josefsson, 2011).

Elodea callitrichoides была впервые зарегистрирована в Европе в 1958 г. в Эльзасе. Обнаруженная в Австрии, Франции, Ирландии и Великобритании и др. (Barrat-segretain et al., 2002).

Еще один вид с высоким инвазионным потенциалом — *Elodea densa* — достаточно давно натурализовался в Европе (Бялт, Орлова, 2003). В отличие от предыдущих двух видов — *E. canadensis* и *E. nuttallii*, распространения в которых получили особи мужского пола, этот вид на территории Европы представлен женскими экземплярами.

Если говорить об недавних инвазиях представителей этого рода в водоемы и водотоки Украины, то уже с конца XIX века началось интенсивное расселение *E. canadensis*. Спустя полвека элодея канадская стала привычным компонентом зарастания большинства водоемов страны, проявляя наиболее высокую ценотическую активность в мелиоративных каналах и системах речных прудов и водохранилищ, где на мелководьях формируют, как правило, монодоминантные заросли коврового типа с высоким проективным покрытием (ПП 70–80, до 100%).

Примечательным является тот факт, что за результатами наших исследований, *E. canadensis* является более обычным компонентом левобережных водотоков Среднего Приднепровья. К примеру, этот вид обычен в малых реках бассейна р. Трубиж (левый приток р. Днепр) — реках Ильта, Старая Красиловка, Недра, где формирует или монодоминантные группировки или, чаще, выступает в роли субдоминанта в сообществах погруженных макрофитов.

Зато *E. canadensis* крайне редко встречается на Среднем Правобережье Днепра. К примеру, в целом ряде малых притоков р. Рось (правобережный приток р. Днепра) — реках Тарган, Сквирка, Злодеевка этот вид полностью отсутствует. Исчезновение вида в правобережных районах бассейна Среднего Днепра можно объяснить усилением процессов антропогенного эвтрофирования малых рек в результате чрезмерного сельскохозяйственного освоения водосборов. За результатами наших исследований, обитатель мезотрофных слабопроточных биотопов с умеренным антропогенным влиянием (Макрофиты ..., 1993) — *E. canadensis* — постепенно исчезает с водной флоры малых рек Лесостепной зоны Украины, уступая место видам евтрофного комплекса.

Не заставили себя долго ждать и другие представители этого рода — *E. nuttallii* и *E. densa*, появившиеся в Украине практически одновременно в начале этого века.

Интересно заметить, что теплолюбивый вид *E. densa* появился в Восточной Европе в границах климатического оптимума натурализованного ареала: в России — в Абхазии, на Кавказе, Дальнем Востоке (Кожевникова, Кожевников, 2009), далее — более континентальных регионах (Щербаков, 2003; Зотина, 2013). Первые находки *E. densa* в Украине также были на юге — в Крыму в 2001 г. (Бялт, Орлова, 2003). Но уже за три года — в 2004 г. — это растение было обнаружено более чем на 1000 км севернее — в каналах-останцах рукавов пойменной системы р. Днепр в районе г. Киева. Большое расстояние между двумя этими точками свидетельствует о независимых очагах инвазии.

В течение 2005–2006 гг. находки растения фиксировались немного ниже по течению Днепра, в верховье Каневского водохранилища (Багацкая, 2007). Спустя еще десять лет этот вид был отмечен уже на 600 км ниже

по течению Днепра — в Сульском заливе Кременчугского водохранилища (устье р. Сула). Распространяясь более чем на 100 км вверх по Суле, ее притокам (отмечен для малых рек Сулица, Слипород, Оржица, Локны, Бишкинь, Олава) и мелиоративными каналами, *E. densa* проявляет высокую ценотическую активность, выступая доминантом сообществ макрофитов (Старовойтова, 2012).

Активная экспансия *E. densa* в Украине Днепром и реками его бассейна началась за пределами температурного оптимума вида.

В сентябре–октябре 2013 г. мы отмечали ценозы с доминированием данного вида выше по течению от места первых находок — для левобережных пойменных русловых водоемов р. Днепра в районе с. Вишенки (окрестности г. Киева). Вид формировал плотные монодоминантные заросли с ПП до 80–90% на песчаных прибрежных мелководьях.

Следует заметить, что *E. densa* пока так и "не перебралась" на правый берег р. Днепр, все находки (и литературные, и наши) были на Левобережном Приднепровье.

Интересным является и тот факт, что в июле–августе 2014 г. нам не удалось подтвердить находки вида не только в исследованных нами водоемах, но и в тех, где вид приводился за литературными источниками, что, очевидно, связано с более прохладным летом.

Условия Среднего Приднепровья, где впервые была найдена *E. nuttallii* в 2004 г. в заливе Каневского водохранилища (Чорна и др., 2006), можно считать сходными с таковыми естественного ареала вида. Вид зафиксировали в левобережном заливе водохранилища ниже впадения р. Трубеж. По-видимому, именно это и была "отправная точка" путешествия этого вида, поскольку повторно вид был замечен значительно ниже по течению, но все еще по левому берегу: в Сульском заливе Кременчугского водохранилища и водотоках бассейна р. Сула (Старовойтова, 2012).

Наши наблюдения 2012–2014 гг. показали, что вид начали активно "выходить" за пределы днепровских водохранилищ в водоемы его придаточной системы и устьевые участки малых рек боковых притоков Днепра как по левому, так и правому берегам. Сегодня *E. nuttallii* встречается:

– Левобережное Приднепровье: в устье р. Трубеж, на нижних участках р. Недра (левобережный приток р. Трубеж); в левобережных пойменных водоемах ниже г. Киева; в межостровных протоках и заливах р. Днепр в районе г. Киева;

– Правобережное Приднепровье: правобережные пойменные водоемы-останцы устья р. Вита ниже г. Киева, мелиоративные каналы в районе Конча-Заспа; устьевые участки рек Красная, Бобрица, Рось.

Вид формирует или монодоминантные ценозы с ПП до 60–70% или выступает субдоминантом в сообществах с *E. canadensis* на участках с замедленным течением на глубинах 0.3–1.0 м, временами занимая все сечение русла реки. Местообитания данного вида характеризуются усиленным антропогенным эвтрофированием и органическим субстратом.

Находок *Elodea callitrichoides* в нашей стране еще не было. Однако, обращая внимание на стремительное распространение предыдущих двух видов, следует ожидать ее появление в ближайшее время.

Представленные выше факты позволяют сделать следующие выводы. Малыми реками бассейна Среднего Приднепровья Украины на современном этапе происходят активные инвазии южноамериканского вида *Elodea densa* и североамериканского *E. nuttallii*. Современные экологические условия, сложившиеся в малых водотоках Украины, благоприятствуют расселению данных инвазионных видов. Усиление антропогенного эвтрофирования малых водотоков Украины влечет за собой исчезновения *E. canadensis* и способствует расселению *E. nuttallii*. Все инвазионные виды рода *Elodea* в Среднем Приднепровье проявляют стратегию эксплерентов (за Л.Г. Раменским), активно осваивая новые биотопы. При сохранении в ближайшем будущем наметившихся тенденций усиления эвтрофирования водотоков и распространения *E. densa* и *E. nuttallii*, инвазии данных макрофитов могут повлиять на региональное видовое разнообразие высших водных растений. Поэтому первоочередной необходимостью является детальное изучение современных инвазий элодей, исследования механизмов проникновения и экологических особенностей данных видов в местных условиях, а также поиски эффективных методов мониторинга и контроля.

Список литературы

- Багацька Т.С. *Egeria densa* Planchon (Hydrocharitaceae) – новий вид для материкової частини України // Укр.бот.журн. 2007. 64, № 6. С. 914–916.
- Бялт В.В., Орлова Л.В. *Egeria densa* Planch. (Hydrocharitaceae) — новый адвентивный вид для флоры Украины // Нов. системат. высш. раст. 2003. 35. С. 211–214.
- Кожевников З.В., Кожевникова А.Е. *Elodea densa* (Hydrocharitaceae) — новый заносной вид для Флоры Азиатской России // Бот. журн. 2009. 94, № 11. С. 1705–1709.
- Макрофиты — индикаторы изменений природной среды. Киев: Наукова думка, 1993. 436 с.
- Старовойтова М. Поширення та еколого-ценотична характеристика видів *Egeria Densa* Planchon та *Elodea nuttallii* (Planch.) у водоймах басейну річки Сули // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. 2012. 30. С. 45–48.
- Чорна Г.А., Протопопова В.В., Шевера М.В., Федорончук М.М. *Elodea nuttallii* (Planch.) Н. St. John (Hydrocharitaceae) — новый для флоры Украины вид // Укр.бот.журн. 2006. 63, № 3. С. 328–331.
- Чужеродные виды на территории России. 2005 (эл. ресурс: <http://www.sevin.ru/invasive/>)
- Щербakov А.В. К динамике некоторых водных и прибрежно-водных адвентивных макрофитов в Московской области // Проблемы изучения адвентивной флоры в регионах СНГ: Мат-лы научн. конф. Москва; Тула, 2003. С. 126–128.

- Assessment of existing lists of invasive alien species for Europe, with particular focus on species entering Europe through trade, and proposed responses / Prepared by Piero Genovesi and Riccardo Scalera. – Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats. 2007. – T – PVS / Inf (2007).
- Barrat-segretain M-H, Elger A, Sagnes P, Puijalon S. Comprehension of three life-history traits of invasive *Elodea canadensis* Michx. and *Elodea nuttallii* (Planch.) H. St. John // Aquatic Botany. 2002. 74. P. 299–313.
- Cook C.D., Urmi-Konig K. A revision of the genus *Egeria* (Hydrocharitaceae) // Aquat. Bot. 1984. Vol. 19, № 1–2. P. 73–96.
- EPPO List of invasive alien plants. European and Mediterranean Plant Protection Organization. 2009 (эл. ресурс: <http://www.eppo.int/>)
- Josefsson M. *Elodea Canadensis*, *Elodea nuttallii*, *Elodea callitrichoides*. 2011. From: Online Database of the European Network on Invasive Alien Species – NOBANIS (эл. ресурс: www.nobanis.org)
- Simpson D.A. A short history of the introduction and spread of *Elodea* Michx. in the British Isles // Watsonia. 1984. 15. P. 1–9.

УДК 574.24:612:639.3

СОСТОЯНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В ОРГАНИЗМЕ ШИРОКОПАЛОГО РЕЧНОГО РАКА (*ASTACUS ASTACUS*, L., 1758) ОБИТАЮЩЕГО В БАССЕЙНЕ РЕКИ ЦНА ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. А. Пудовкин, П. В. Смутнев

ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова»,
г. Саратов, Театральная пл. 1, niko-pudovkin@yandex.ru

В статье изложены результаты исследований активности процессов свободнорадикального окисления липидов в организме широкопалого речного рака. Самая высокая активность каталазы установлена в печени и половых железах, а самая низкая в желудке. Содержание малонового диальдегида колеблется в пределах от 3.21 нмоль/г до 9.23 нмоль/г. На активность процессов свободнорадикального окисления липидов влияют функциональные и морфологические особенности органов.

Ключевые слова: широкопалый речной рак, перекисное окисление липидов, антиоксидантная система, малоновый диальдегид, каталаза.

The article presents the results of research activity processes of lipid in the body Shirokopalogo crayfish. The highest catalase activity in the liver and set the gonads, and the lowest in the stomach. Malondialdehyde content ranges from 3.21 nmol/g to 9.23 nmol/g Activity processes lipid affect the functional and morphological characteristics of bodies.

Keywords: shirokopaly crayfish, lipid peroxidation, antioxidant system, malondialdehyde, catalase.

Продукты перекисного окисления липидов (ПОЛ) в организме образуются в результате окислительного стресса в клетках и тканях. Пероксиды липидов, полученных из полиненасыщенных жирных кислот, являются нестабильными соединениями и могут разлагаться с образованием свободных радикалов. Свободные радикалы (СР) — это короткоживущие, высокореакционноспособные метаболиты, для которых характерно наличие неспаренного электрона на внешней молекулярной орбите. Большая часть СР-состояний возникает в липидах клетки, и эти СР во многом определяют их фазовое состояние и тем самым «биохимию гидрофобных пространств» целостных мембранных систем, функция и структура которых описывается жидкостно-мозаичной моделью Сенджера-Никольсона. Эта модель объясняет зависимость активности мембраносвязанных ферментов, таких как ферменты электронно-транспортных цепей, АТФ-синтетазы и АТФазы, от скорости окисления и текучести мембранных фосфолипидов (Moore, 1992).

К СР относятся реактивные соединения карбонила, из которых наиболее распространенным является малоновый диальдегид (МДА). Следовательно, измерение малонового диальдегида широко используется в качестве индикатора перекисного окисления липидов (Shulman, 1999). Рыба и ракообразные против процесса перекисного окисления липидов используют систему противодействия или антиоксидантную систему, состоящую из антиоксидантных ферментов, таких как глутатионпероксидазы (GSH-Px), супероксиддисмутазы, каталазы, и пищевых антиоксидантов, таких как витамин Е и каротиноиды (Moore, 1992).

Широкопалый речной рак (*Astacus astacus* L., 1758) является родным видом пресноводных раков в Европейской части Российской Федерации.

Исследования проводились в 2014 г. в лаборатории экологического мониторинга кафедры морфологии, патологии животных и биологии Саратовского государственного аграрного университета имени Н.И. Вавилова. Объектами исследований были выбраны 25 особей широкопалого речного рака (*Astacus astacus* L., 1758).

Определение содержания малонового диальдегида (МДА) проводили тиобарбитуровым методом (Стальная, 1977). Антиоксидантную обеспеченность организма оценивали по активности фермента каталазы в сыворотке крови и гомогенатах тканей (Королюк, 1988).

Первым этапом наших исследований было определение содержания малонового диальдегида в различных тканях широкопалого рака. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Анализируя результаты исследований представленных в таблице 1 можно констатировать следующее. В печени содержание МДА составило 8.89 нмоль/г, а каталазы 21.01 ммоль/л. Относительно высокое содержание МДА и активность каталазы связано с тем, что печень является центральным органом метаболизма и характеризуется высокой интенсивностью процессов обмена, в том числе липидного (Гостюхина и др., 2010; Shulman, 1999). Наряду с активными реакциями биосинтеза и катаболизма, необходимо также отметить и постоянно протекающие в печени активные процессы обезвреживания и биоаккумуляции широкого ряда ксенобиотиков (Гостюхина и др., 2010; Livingstone, 2001), а также регенерации поврежденных гепатоцитов, что так-

же связано с активацией свободно-радикальных реакций в лизосомах (Гостюхина и др., 2010; Moore, 1992). Все указанные особенности химического состава и функций печени, очевидно, способствуют более активному протеканию процессов ПОЛ в гепатоцитах, чем в клетках других органов рыб.

Таблица 1. Содержание малонового диальдегида, (нмоль/г) и активность каталазы, (ммоль/л) в тканях широкопалого речного рака

Наименование ткани	Малоновый диальдегид	Каталаза
Печень	8.89±0,481	21.01±0,345
Жабры	8.59±0,217	19.09±0,457
Половые железы	9.23±0,530	20.07±0,515
Мышцы	3.76±0,233	13.99±0,415
Желудок	3.21±0,122	12.45±0,701
Сердце	3.85±0,313	16.45±0,605

Высокое содержание малонового диальдегида в жаберных лепестках связано с тем, что они соприкасаются с окружающей природной средой, в которой находятся растворенные формы загрязняющих веществ. Повышенная концентрация малонового диальдегида в жабрах вызывает активизацию каталазы, активность которой также повышается.

Самое высокое содержание малонового диальдегида установлено в половых железах (9.23 нмоль/г). Там же установлена высокая активность и каталазы (20.07 ммоль/л). Высокие изучаемые показатели, возможно, связаны с тем, что в половых железах находится большое количество легкоокисляемых белков и липидов, которые при окислении вызывают активизацию процесса свободнорадикального окисления.

В мышцах установлено не высокое содержание активности МДА, на содержание малонового диальдегида влияет низкая концентрация ненасыщенных жирных кислот в мышечных структурах.

Таким образом, при изучении активности процессов свободнорадикального окисления липидов в организме широкопалого речного рака установлено, что самая высокая активность каталазы установлена в печени и половых железах, а самая низкая в желудке. Содержание малонового диальдегида колеблется в пределах от 3.21 до 9.23 нмоль/г. На активность процессов свободнорадикального окисления липидов влияют функциональные и морфологические особенности органов.

Список литературы

- Гостюхина О.Л., Головина И.В., Вахтина Т.Б. Антиоксидантный комплекс камбалы-калкана *Psetta (Scophthalmus) maxima* maotica (L., 1758) как индикатор физиологического состояния организма: тканевые особенности // Морский экологический журнал. 2010. № 3. Т. IX. С. 15–22.
- Королюк М.А., Иванова Л.И., Майорова И.Г., Токарева В.Е. Метод определения активности каталазы // Лаб. дело. 1988. № 1. С. 16–19.
- Стальная И.Д., Гаршивили Т.Г. Метод определения малонового диальдегида с помощью тиобарбитуровой кислоты // Современные методы в биохимии / Под ред. В.Н. Орехович. М.: Медицина, 1977. С. 66–68.
- Livingstone D.R. Contaminant-stimulated reactive oxygen species production and oxidative damage in aquatic organisms // Mar. Pollut. Bull. 2001. № 8. P. 656–666.
- Moore M.N. Molecular and cellular pathology: summary // Mar. Ecol. Prog. Ser. 1992. № 91. P. 117–119.
- Shulman G. E., Love R. M. The Biochemical Ecology of Marine Fishes // Advances in Marine Biology. San Diego: Acad. Press. 1999. 36. 351 pp.

УДК 574.52

ЗООПЛАНКТОН ТРЕХ РАЗНОТИПНЫХ СИСТЕМ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ЛАНДШАФТОВ Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА И ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. В. Родионова

Институт озераведения РАН Санкт-Петербург, nleptodora@gmail.com

Проанализированы видовой состав, численность и биомасса зоопланктона в трех разнотипных речных системах урбанизированных территорий Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Дана оценка состояния водных систем и качества воды с использованием основных и относительных параметров. Отмечено, что зоопланктон наиболее сильно подвержен действию загрязняющих веществ в реках всех изученных систем.

Ключевые слова: зоопланктон, численность, биомасса, индекс сапробности, доля мертвых особей, структурные изменения.

ZOOPLANKTON OF THE THREE DIFFERENT TYPES OF RIVER SYSTEM IN THE URBANIZED LANDSCAPES OF SAINT-PETERSBURG AND LENINGRAD REGION

N. V. Rodionova

Federal State budgetary institution of science ozerovedenia Institute of RAS, Saint-Petersburg, nleptodora@gmail.com

Analysed the species composition, abundance and biomass of zooplankton in three different river systems of urban areas of St. Petersburg and Leningrad region. Assess the status of water systems and water quality by using main and relative parameters. Noted that zooplankton the most heavily exposed to pollutants in the rivers of all the studied systems.

Keywords: zooplankton, abundance, biomass, saprobности index, the percentage of dead species, structural changes.

Антропогенное воздействие, оказываемое на водные объекты в городах и их окрестностях, приводит к ухудшению качества воды и нарушению естественных процессов функционирования водных экосистем. Влияние загрязняющих веществ разного происхождения на зоопланктон отражается как на его видовом разнообразии и численности, так и на возникновении у особей различных опухолей и токсикозов. Сравнительный анализ устойчивости и чувствительности водных беспозвоночных к отдельным компонентам загрязняющих веществ даёт возможность расположить их в ряд – фильтраторы – полифаги – хищники и позволяет их рекомендовать как наиболее перспективных биоиндикаторов (Брагинский и др., 1987). Нами было изучено три разнотипных водных системы на территории Санкт-Петербурга и его окрестностей подверженных различной степени бытового и техногенного загрязнения.

Пробы на зоопланктон отбирали малой сетью Джеди (d — 12 см, размер ячеей — 120 мкм) тотально или процеживанием 50 л воды, фиксировали 40% формалином (разбавление до 10%). Обработку проб проводили по стандартной методике (Метод. реком., 181). Для расчета индивидуальной массы организмов использовали уравнение связи «длина – вес» (Балушкина, Винберг, 1979). Для оценки качества воды использовали: анализ видового состава, численность и биомассу зоопланктона, отношение численностей Cladocera и Copepoda (Nclad./Ncop.), отношение биомассы Cyclopoida и Calanoida (Bcycl./Bcal.), метод Пантле и Букк в модификации Сладочека (Андроникова, 1996), наличие в пробах мертвых особей и особей со структурными изменениями (опухоли, токсикозы).

Оз. Нижнее Суздальское с реками Старожиловкой и Каменкой. Озеро Нижнее Суздальское — крупный водоем естественного происхождения, расположенный на севере Санкт-Петербурга. Основной приток озера — р. Старожиловка который впадает в мелководную северную зону озера заросшую высшей водной растительностью. На территории водосбора реки расположены поселки, поля, дороги и автомагистрали, бывшие торфоразработки. Нижняя часть водосбора засорена многочисленными несанкционированными свалками. В нее отводятся стоки городской дождевой канализации и станции биологической очистки пос. Торфяное. Сток из озера осуществляется по р. Каменка. На протяжении 3 км от истока русло реки представляет собой канаву с заболоченной поймой. Вода реки используется для промышленных нужд и как водоприемник сточных вод. В 7.9 км от устья река перегорожена плотиной с водосливом, создающей подпор, образуя искусственное водохранилище — Шуваловский карьер. Ниже водохранилища река, протекая по территории бывших полей и подходя совсем близко к городским новостройкам (в р-не ул. Парашютной), впадает в Лахтинский разлив, гидрологически связанный с Невской губой. Питание реки происходит в основном за счет поверхностного стока, с преобладанием в нем доли снегового. Степень загрязнения осадков в оз. Н. Суздальское и Шуваловский карьер, основными элементами-загрязнителями в которых являются свинец и медь, оценивается как «умеренно опасная» (Z_c 22.5–26.9).

В зоопланктоне системы р. Старожиловка-Суздальские озера-р. Каменка было обнаружено 24 вида из которых: Rotifera — 11, Cladocera — 8, Cyclopoida — 4, Calanoida — 1. Максимальное число видов — 18 обнаружено в истоке р. Каменки, минимальное — 1 в р. Старожиловка (ул. Шишкина). В устье р. Старожиловки зоопланктон отсутствовал (табл. 1).

Таблица 1. Основные показатели оценки качества воды в системе Нижне-Суздальского озера в начале августа 2012 г.

Место отбора пробы	Число видов	N, тыс. экз./м ³	B, г/м ³	Nclad : Ncop	Bcycl : Bcal	S	% мерт-вых	% струк изм.
р. Старожиловка (ул. Шишкина)	1	0	0	-	-	-	100	-
р. Старожиловка, устье	-	-	-	-	-	-	-	-
оз. Н.Суздальское, ст. 1	16	754.0	7.2	2.4	15.7	1.6	-	-
оз. Н.Суздальское, ст. 2	12	31.6	0.07	0.18	19.3	1.7	16	2
р. Каменка, исток	18	165.3	1.1	2.2	90.5	1.7	10	2
р. Каменка, сред. течение	5	3.8	0.02	-	-	1.7	2	-
Шуваловский карьер	13	53.9	0.45	0.15	0.01	1.8	-	2
р. Каменка, ул. Парашютная	3	0.3	0.001	-	-	-	67	-

В обследованных водотоках-водоемах доминировали один–два вида, отсутствовали каляниды, что характерно для эвтрофных водоемов и водоемов с нарушенной структурой зоопланктона. В оз. Н.Суздальском (ст. 1), устье и в среднем течении р.Каменки массовым был *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller), составлявший от 36 до 79% в общей численности и от 26% до 81% в общей биомассе зоопланктона. В оз. Н.Суздальском (ст. 2) основу зоопланктона по численности (42 и 28%) и биомассе (25 и 21%) составляли науплии и *Keratella quadrata* (Müller). В Шуваловском карьере ведущим видом был *Thermocyclops oithonoides* (Sars) (37% в численности и 42% в биомассе). Наблюдалось незначительное развитие ветвистоусых рачков.

Наиболее благополучное состояние зоопланктона отмечено в центральной части оз. Н.Суздальского (ст. 1). По всем показателям эта часть озера характеризуется как эвтрофный водоем с умеренно-загрязненными

водами (табл. 1). В системе Суздальских озер сильному загрязнению подвержены р. Сторожиловка и р. Каменка в нижнем течении (у Парашютной). В р. Сторожиловке зоопланктон представлен незначительным количеством мертвых особей, а в р. Каменке на долю мертвых особей приходилось 67% (табл. 1). Индекс сапробности (S) воды водоемов и водотоков характеризует как умеренно-загрязненные (табл. 1).

Река Охта с Охтинским водохранилищем. Река Охта, протекающая на востоке Санкт-Петербурга, является самым крупным из всех правобережных (длина 99 км) и наиболее загрязненным притоком р. Невы. В 9 км от устья река перегорожена плотиной Ржевского гидроузла, в результате чего образовалось Охтинское водохранилище (площадь зеркала 130 га). Вода в водохранилище очень загрязнена, поскольку водоем подвержен различным видам техногенного воздействия — это сточные воды предприятий, неорганизованные свалки в береговой зоне и на водосборе, автостоянки и пр., а также влиянию, обусловленному деятельностью совхоза «Ручьи» (официальная информация Администрации Санкт-Петербурга). Основными загрязняющими веществами являются легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), фенолы, медь, цинк, железо, марганец, нитритный азот. Ниже водохранилища река протекает по территории Красногвардейского района Санкт-Петербурга. Именно на этом участке река испытывает максимальную антропогенную нагрузку. Степень загрязнения осадков Охтинского водохранилища оценивается как «умеренно опасная» (Z_c 22.5–26.9), главными элементами загрязнителями являются свинец и медь.

В системе р.Охта зоопланктон был представлен 24 видами из которых: Rotifera — 9, Cladocera — 8, Cyclopoida — 6, Calanoida — 1. Максимальное число видов — 17 обнаружено в Охтинском водохранилище, минимальное — 3 — в р. Охта (Вартемяги) (табл. 2).

Таблица 2. Основные показатели оценки качества воды в системе р. Охта в начале августа 2012 г.

Место отбора пробы	Число видов	N, тыс. экз./м ³	B, г/м ³	Nclad:Ncop	Bcycl:Bcal	S	% мертвых	% стружизм.
р. Охта (Вартемяги)	3	0,3	0,002	-	-	-	-	100
р. Охта, (Челябинский мост)	10	1,3	0,02	0,2	186	1,6	-	43
Охтинское водохранилище	17	124,5	0,6	0,12	-	1,5	-	2
р. Охта (ниже водохр.)	14	12,7	0,1	0,18	805	1,4	40	57

Максимальное развитие зоопланктона наблюдалось в Охтинском водохранилище. Основной вклад в численность и биомассу вносили коловратки *Asplanchna priodonta* Gosse (19 и 50%) и группа р. *Synchaeta* (53 и 14%). Выше и ниже водохранилища зоопланктон был сформирован циклопами, главным образом *Thermocyclops oithonoides* (до 47% в численности и до 38% в биомассе). Ветвистоусые рачки, как и в предыдущей системе были немногочисленны. По всем показателям Охтинское водохранилище в системе р. Охта является самым благополучным (табл. 2). На остальных участках системы развитие зоопланктона было незначительным, а также отмечено большое количество особей (до 100%) со структурными изменениями, что является характерным признаком неблагоприятных условий для обитания гидробионтов (табл. 2). По индексу сапробности (S) воды в верхнем течении р. Охта оцениваются как умеренно загрязненные, на остальных участках как чистые (табл. 2).

Система Дудергофских озер с р. Дудергофкой. На южной окраине Санкт-Петербурга, в Красносельском районе, находится Ижорское плато, сложенное силурийскими известняками. Плато прорезано короткой каньонообразной долиной, в которой расположена система озер — Дудергофское, Долгое и Безымянное. Сток из озер осуществляется по р. Дудергофке. Верховье реки подпружено, в результате чего и возникло оз. Безымянное. Река Дудергофка проходит через Красное село, затем через пос. Горелово (около 12 км от истока), Лигово и переходит в Дудергофский канал, впадающий в Невскую губу. Источниками загрязнения озер являются сток с территории малоэтажной застройки, сброс коммунально-бытовых сточных вод, автомобильные и железная дороги, интенсивное рекреационное использование. Мощным водопользователем озера является Красногородский целлюлозно-бумажный завод (КЭЦБЗ). Результаты геохимических исследований показали, что степень загрязнения осадков оз. Безымянного оценивается как «допустимая» (Z_c 14.6). Основными элементами-загрязнителями являются Pb и Cu.

В системе р. Дудергофка в зоопланктоне обнаружен 21 вид из которых: Rotifera — 9, Cladocera — 7, Cyclopoida — 4, Calanoida — 1. Максимальное число видов — 16 обнаружено в оз. Безымянном, минимальное — 3 в р. Дудергофке (Горелово) (табл. 3).

Численность и биомассу зоопланктона в оз. Дудергофском формировали в равных долях науплии и коловратки р. *Synchaeta* — 38 и 32% соответственно. В оз. Безымянном развитие крупной коловратки *Asplanchna priodonta* (77% в численности и 95% в биомассе) дало очень высокую, характерную для эвтрофных водоемов, биомассу зоопланктона (табл. 3). Однако, доминирование в планктоне одного вида (почти 100%) не позволяет нам оценить трофический статус озера. Как и в двух предыдущих системах отмечено слабое развитие ветвистоусых рачков. Индекс сапробности (S) характеризует воды оз. Дудергофского как чистые, оз. Безымянного — как умеренно загрязненные. В р. Дудергофке (Горелово) зоопланктон находился в угнетенном состоянии, о чем свидетельствует его низкая численность и большое количество (66%) мертвых особей (табл. 3).

Таблица 3. Основные показатели оценки качества воды в системе р. Дудергофка–Дудергофские озера в начале августа 2012 г.

Место отбора пробы	Число видов	N, тыс. экз./м³	B, г/м³	Nclad:Ncop	Bcycl:Bcal	S	% мертвых	% стру-кизм.
оз. Дудергофское	11	108.2	0.2	0.03	-	1.4	-	-
оз. Безымянное	16	440.6	9.1	0.9	10.3	1.51	-	3
р.Дудергофка (Горелово)	3	0.2	0.001	-	-	-	66	-

Таким образом, анализ полученных данных позволил выделить в каждой из систем наиболее сильно загрязненные участки. В системе р. Старожиловка – оз. Н. Суздальское – р. Каменка наибольшему загрязнению подвержены реки Старожиловка и Каменка в нижнем течении (в районе ул. Парашютной). В системе р. Охты зоопланктон был очень бедным в верхнем течении (в районе пос. Вартимяги). В системе Дудергофских озер крайне низкое развитие зоопланктона отмечено в р. Дудергофке в районе пос. Горелово. Состояние зоопланктонного сообщества в озерах также является неблагоприятным. На это указывают два основных фактора — структура сообщества и наличие мертвых и больных особей. Не смотря на то, что материал собирался в начале августа, во всех озерах (кроме глубоководной центральной станции оз. Н.Суздальского) фильтраторы — кладоцеры и мелкие коловратки обнаружены в незначительном количестве. Доминировали хищные коловратки и циклопы. В р. Старожиловке и р. Каменке отмечено большое количество мертвых особей, а в системе р. Охты обнаружено наличие у зоопланктеров значительных структурных изменений. С нашей точки зрения оценка качества воды по индексу сапробности (S) не совсем корректно оценивает степень загрязнения вод изученных водоемов.

Список литературы

- Андроникова И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем. СПб., 1996. 189 с.
 Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. Зависимость между массой и длиной тела у планктонных животных /Общие основы изучения водных экосистем. Л., Наука, 1979. С. 169–172.
 Брагинский Л.П., Величко И.М., Щербань Э.П. Пресноводный планктон в токсической среде. Киев. Наук.думка. 1987. 179 с.
 Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресных водоемах. Фитопланктон и его продукция. Л.: ЗИН, 1981. 32 с.

УДК 574.583

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПО ЗООПЛАНКТОНУ РЕКИ БЕЛАЯ (РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН)

Р. З. Сабитова¹, О. В. Мухортова²

¹Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
 152742 Ярославская обл., Некоузский р-н, п. Борок, e-mail: sabrima@rambler.ru

²Институт экологии Волжского бассейна РАН,
 445003 Самарская область, г. Тольятти, ул. Комзина 10, muhortova-o@mail.ru

В результате проведенного исследования в различные годы на участке р. Белой получены данные по развитию зоопланктона. Участок водотока характеризуется невысоким видовым богатством организмов. В различные периоды исследования количественные показатели (численность и биомасса) беспозвоночных отличались друг от друга значительно.

Ключевые слова: река, зоопланктон, Rotifera, Cladocera, Copepoda, сапробность.

The study in different years in the area of the river Belaya obtained data on the development of zooplankton. Portion of the watercourse is characterized by low species richness of organisms. In different periods of the study, quantitative indicators (abundance and biomass) of invertebrates differed significantly.

Keywords: river, zooplankton, Rotifera, Cladocera, Copepoda, saprobity.

Введение. Река Белая — главная река Башкортостана, левый приток р. Камы, впадает в нее на 382 км выше устья. Истоки р. Белая находятся на 54°33' с.ш. и 59°01' в.д., на восточном склоне хр. Аваляк в 6.5 км от д. Новохусаиново. Длина реки 1475 км, площадь водосборного бассейна — 142730 км². Общая длина речной сети бассейна 42350 км, что дает среднюю густоту речной сети бассейна 0.3 км/км² площади (Гареев, 2001).

Состояние зоопланктонных сообществ в водотоках претерпевает значительные изменения на том или ином участке по мере продвижения по продольному профилю водотока. Анализ речных зоопланктоценозов дает возможность оценить текущее состояние речной экосистемы, оценить степень воздействия негативных факторов на общее состояние речных ценозов в районе сброса сточных вод.

Для оптимизации общего экологического состояния р. Белой в г. Уфа на левом берегу водотока на базе городских биологических очистных сооружений (ГОСК) возведён комплекс очистных сооружений для извлечения твёрдых фракций из условно чистых сточных вод, и их дальнейшей утилизации.

Материалы и методы. Гидробиологические исследования на р. Белая проводили в июне и августе 2011–2012 гг. в районе сброса стоков ГОСК. В процессе работы исследовали гидрологические условия, гидрохимический состав воды, проводили оценку качественного состава и количественного развития сообщества планктонных организмов (фито-, зоопланктона, зообентоса) развивающихся в реке. В настоящей работе представлены материалы по видовому составу и количественным показателям зоопланктона, зарегистрированным на участке р. Белая. Пробы на зоопланктон концентрировали, фильтруя воду сеткой Джели из мельничного газа размером ячеей 66 мкм. Материал фиксировали 4%-м формалином. Камеральную обработку проб проводили по стандарт-

ной методике (Методика ..., 1975). При определении таксономической принадлежности организмов учитывали виды и морфы. Для видовой идентификации зоопланктона использовали определители (Боруцкий и др., 1991; Кутикова, 1970; Рылов, 1948; Определитель ..., 2010). Индикаторную значимость беспозвоночные определяли по стандартным унифицированным методам исследования (1997).

Результаты и их обсуждение. В р. Белая обнаружено 29 видов планктонных беспозвоночных, среди которых доминировали представители Cladocera — 11 (38%), Rotifera — 9 (31%) и Copepoda — 9 (31%). В пробах постоянно присутствовали науплиальные и копепоидитные стадии ракообразных, а также единичные взрослые особи Harpacticoida, Ostracoda и Tardigrada, которые до вида нами не определялись (см. таблица).

Таблица. Видовой состав зоопланктона участка р. Белая (ГОСК)

№	Видовой состав гидробионтов	2011 г.	2012 г.	Сапробность
Коловратки (Rotifera)				
1	<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	+	-	β
2	<i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann, 1783	+	-	β
3	<i>Br. quadridentatus ancylogathus</i> Schmarda, 1859	+	-	-
4	<i>Br. quadridentatus zernovi</i> Voronkov, 1907	+	-	β
5	<i>Br. leydigii tridentatus</i> , Zernov, 1901	+	-	β
6	<i>Br. diversiconis diversiconis</i> (Daday, 1883)	+	-	-
7	<i>Keratella quadrata</i> (O.F. Müller, 1786)	+	+	β-о
8	<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)	+	-	о
9	<i>Lecane luna</i> (O.F. Müller, 1776)	-	+	о-β
Ветвистоусые ракообразные (Cladocera)				
10	<i>Alona costata</i> Sars, 1861	+	+	о
11	<i>A. rectangula</i> Sars, 1862	+	+	о
12	<i>Bosmina (Eubosmina) coregoni</i> Baird, 1857	+	-	о-β
13	<i>Bosmina (Bosmina) longirostris</i> (O.F. Müller, 1785)	-	+	β
14	<i>Ceriodaphnia laticaudata</i> P.E. Müller, 1867	-	+	о-β
15	<i>Daphnia cucullata</i> Sars, 1862	+	+	β
16	<i>Daphnia galeata</i> Sars, 1864	+	+	о
17	<i>Diaphanosoma brachyurum</i> Fischer, 1850	+	+	о-β
18	<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Fischer, 1851)	+	-	-
19	<i>Macrotrix laticornis</i> Fischer, 1851	+	+	β
20	<i>Moina brachiata</i> Jurine, 1820	+	-	β
Веслоногие ракообразные (Copepoda)				
21	<i>Eucyclops macrurus</i> (Sars, 1963)	+	+	о-β
22	<i>Tropocyclops prasinus</i> (Fischer, 1893)	+	-	о-β
23	<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine, 1820)	+	-	β
24	<i>Metacyclops gracilis</i> Lilljeeborg, 1853	+	+	-
25	<i>Microcyclops varicans</i> Sars, 1863	+	-	-
26	<i>Thermocyclops oithonides</i> Sars, 1863	+	-	о
27	<i>Th. crassus</i> Fischer, 1853	-	+	-
28	<i>Mesocyclops leuckarti</i> Claus, 1857	+	-	β
29	<i>Eurytemora gracilis</i> (Sars, 1898)	+	-	-

Примечание: «+» — вид присутствует, «-» — отсутствует.

В 2009 г. на данном участке реки было зарегистрировано наибольшее число видов (35) зоопланктона, наименьшее (13) — в 2012 г. (Сабитова и др., 2012). Обнаруженные беспозвоночные имеют разную индикаторную значимость, чаще всего встречаются олиго- и β-мезосапробные виды (см. табл.).

Величины коэффициента видового сходства по Сёренсену в 2011 г. варьировали от 35 до 71%, в 2012 г. — от 20 до 57%.

В июне 2011 г. общая численность составляла 190 тыс. экз./м³, биомасса — 1.30 г/м³. В августе общая численность и биомасса уменьшились, и составляли 28 тыс. экз./м³ и 0.24 г/м³ соответственно.

В 2012 г. общая численность зоопланктона в июне составляла 14.3 тыс. экз./м³, биомасса — 0.21 г/м³. Количественные показатели в августе увеличились в три раза, за счет преобладания крупных представителей ветвистоусых и веслоногих ракообразных, общая численность зоопланктона составила 55 тыс. экз./м³, биомасса — 0.62 г/м³.

По численности в 2011 г. доминировали коловратки *Asplanchna priodonta*, *Keratella quadrata*, по биомассе — крупные представители Cladocera и Copepoda (*Daphnia cucullata*, *Megacyclops viridis*). В 2012 г. среди доминант по численности и биомассе отмечались *Diaphanosoma brachyurum* и *Thermocyclops crassus*.

Значения индекса сапробности по Пантле-Букк в 2011–2012 гг. варьировали от 1.25 до 1.80, что позволило отнести данный участок реки к о-β-мезосапробной зоне.

Индекс видового разнообразия Шеннона по численности в 2011 г. изменялся в пределах от 0.72 до 1.80, его значения в 2012 г. уменьшились, и находились в пределах от 0.3 до 0.7 бит/экз.

По фаунистическому индексу трофности (Мяметс, 1980) летний состав зоопланктона в 2011 г. можно отнести к мезотрофному типу (0.7), в 2012 г. — олиготрофному типу (0.1).

За период наблюдений участка водотока р. Белой в районе ГОСК в 2011–2012 гг. сообщество зоопланктона характеризовалось незначительными различиями видового состава, количественного обилия и комплекса доминирующих видов.

Таким образом, по данным структурной организации зоопланктона исследуемый участок р. Белой характеризуется относительно стабильными условиями. Данный участок реки в 2011 г. характеризовался как β -мезосапробный, мезотрофный (умеренно загрязненная вода), в 2012 г. — α - β -мезосапробный, олиготрофный (чистая — умеренно загрязненная вода).

Список литературы

- Боруцкий Е.В., Степанова Л.А., Кос М.С. Определитель Calanoida пресных вод СССР. Л.: Наука, 1991. 504 с.
Гареев А.М. Реки и озера Башкортостана. Уфа: Китап, 2001. 260 с.
Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР. Л.: Наука, 1970. 744 с.
Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.
Мязметс А.Х. Изменения зоопланктона // Антропогенное воздействие на малые озера. Л.: Наука, 1980. С. 54–64.
Определитель зоопланктона и бентоса пресных вод Европейской России. Т.1. Зоопланктон / под ред. В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолихина. Тов-во научн. изд. КМК, 2010. 495 с.
Рылов В.М. Фауна СССР. Ракообразные. Л.: АН СССР, 1948. 313 с.
Сабитова Р.З., Мухомтова О.В., Биккинин Р.Ф. Влияние городских стоков на динамику зоопланктоценозов реки Белой // Междунар. конф. «Актуальные проблемы планктонологии». Тез. докл. Калининград: Изд. АтлантНИРО, 2012. С. 78–79.
Унифицированные методы исследования качества вод. Атлас сапробных организмов. М., 1977. 277 с.

УДК 597-15+639.2

ИХТИОФАУНА МАЛЫХ РЕК ИРТЫШСКОГО БАССЕЙНА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Н. С. Сапаргалиева

ДГП «Научно-исследовательский институт проблем биологии и биотехнологии»

РГП «Казахский национальный университет имени аль-Фараби»,

050038 Алматы, Республика Казахстан, Nazym.Sapargaliyeva@kaznu.kz, sapargaliyeva-n@mail.ru

Изучена ихтиофауна рек Кальжир, Беиттибулак, Кендирлик и пруд у с. Токыр Иртышского бассейна. Благоприятными водоемами для развития аборигенной ихтиофауны являются реки Кальжир, Беиттибулак и Кендирлик. В водоеме у с. Токыр сложилась неблагоприятная для существования большинства аборигенных видов рыб, доминирующим видом является карась.

Ключевые слова: Иртышский бассейн, видовое разнообразие, аборигенные виды, чужеродные виды, морфология, биология.

Fish Biodiversity Rivers of Kaljir, Beittibulak, Kendirlic and ponds near the village Tokyr are investigated. Rivers of Kaljir, Beittibulak, Kendirlic has favorable conditions for development indigenous fishes. Ponds near the village Tokyr unfavorable for existence indigenous fauna, there are crucian dominated.

Keywords: Irtysh basin, species diversity, indigenous species, alien species, morphology, biology.

Формирование ихтиофауны Восточного Казахстана происходило в условиях холодного климата, это обусловило требовательность большинства видов рыб к высокой концентрации, растворенного в воде кислорода и низкому содержанию остальных элементов. Основу ихтиоценоза составляют виды, по своим биологическим особенностям относящиеся к реофильным (речным) рыбам. Из аборигенных видов рыб только щука, плотва, озерный голянь и золотой карась могут быть отнесены к группе лимнофилов (озерных рыб). Разнообразие рыбного населения большинства малых рек Иртышского бассейна не известно. Целью работы являлось изучить разнообразие ихтиофауны некоторых водоемов Иртышского бассейна.

Методики. Полевые наблюдения и сбор материала проводились в летний период 2009–2013 гг. Исследованы ихтиофауна рек Кальжир, Беиттибулак, Кендирлик, пруд у с. Токыр.

Рыбу отлавливали с помощью мелкоячеистого бредня длиной 15 м с ячейей 3 мм, рыболовного сачка 500×700 мм с ячейей 3 мм и крючковой снасти. Рыб для морфологического анализа фиксировали на месте в 4% формалином.

Для биологического и морфологического анализа рыб была использована традиционная ихтиологическая схема промеров (Правдин, 1966).

Статистическую обработку данных проводили согласно руководству Г.Ф. Лакина (1990), используя компьютерную программу Excel.

Для интегральной экспертной оценки, позволяющей по состоянию организмов оценивать состояние среды обитания, использовали методики учета флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков (коэффициент асимметрии — As) по (Захаров и др., 2000), морфопатологического анализа (Савваитова и др., 1995; Чеботарева и др., 1999) и определения индекса неблагоприятного состояния (ИНС) по (Решетников и др., 1999). Для описания патологии органов использовали предложенную ранее терминологию (Савваитова и др., 1995; Чеботарева и др., 1995; Решетников и др., 1999). Названия рыб даны в соответствии со словарем названий рыб Казахстана (Митрофанов и др., 2003).

Результаты исследований. Река Кальжир является одним из важнейших резерватов аборигенной ихтиофауны Восточного Казахстана.

Нами в р. Кальжир были обнаружены следующие виды рыб: сибирский елец *Leuciscus leuciscus baicalensis* (Dybowski, 1874), сибирский голец *Barbatula toni* (Dybowski, 1869), обыкновенный голянь *Phoxinus*

phoxinus (Linnaeus, 1758) и сибирский пескарь *Gobio cynocephalus* (Dybowski, 1869). Все они являются аборигенными непромысловыми видами для водоемов бассейна р. Иртыш. Находящихся под угрозой исчезновения и занесенных в Красную книгу Республики Казахстан видов рыб не обнаружено. Также не было обнаружено чужеродных видов рыб.

Среди отловленных рыб по численности доминирует сибирский елец, остальные виды представлены единичными экземплярами. Все отловленные рыбы являются неполовозрелыми, что указывает на удовлетворительные для воспроизводства данных видов условия, существующие в данном водоеме.

По своим биологическим особенностям отловленные виды относятся к двум группам: сибирский голец и сибирский пескарь ведут придонный образ жизни и питаются преимущественно бентосными организмами, обыкновенный голец и елец живут в толще воды и питаются преимущественно планктонными организмами.

Внешний вид всех отловленных рыб соответствует установленным нормам (Савваитова и др., 1995; Чеботарева и др., 1999; Решетников и др., 1999). У одной рыбы (ельца) на спине имеется след от травмы.

Данные биоморфологического анализа приводятся для 12 экз. сибирского ельца: полная длина рыб варьирует от 50 до 76 мм, в среднем 57.2 ± 5.31 мм; длина тела без хвостового плавника — от 41 до 59 мм, в среднем 45.6 ± 3.93 мм; полная масса — от 1.02 до 3.31 г, в среднем 1.51 ± 0.460 г; упитанность по Фультону — от 1.40 до 1.61, в среднем 1.52 ± 0.067 ; в спинном плавнике 2–3 неветвистых луча, в среднем 2.25 ± 0.375 , и 7.5–8 ветвистых лучей, в среднем 7.75 ± 0.25 ; в анальном плавнике 2–3 неветвистых луча и 9–10 ветвистых лучей, в среднем 9.25 ± 0.375 ; чешуй в боковой линии от 48 до 53, в среднем 50.8 ± 2.25 . Все показатели находятся в пределах соответствующей нормы, установленной для сибирского ельца из естественного ареала (Дукравец, Солонинова, 1987).

Полная длина тела обыкновенного голяка составляла 34 мм, длина тела — 28 мм, масса 0.36 г, упитанность по Фультону 1.64. Биология обыкновенного голяка в водоемах Казахстана не изучена (Митрофанов, 1987).

Полная длина тела сибирского голяка составляла 59 мм, длина тела — 50 мм, масса — 1.33 г, упитанность по Фультону 1.06. В Казахстане этот вид остается мало изученным (Митрофанов, 1989).

Полная длина тела сибирского пескаря составляла 44.3 мм, длина тела — 35.7 мм, масса — 0.63 г, упитанность по Фультону — 1.38. Биология сибирского пескаря в водоемах Казахстана не изучена (Митрофанов, 1988).

Вероятно, видовое разнообразие и состояние рыбного населения исследованного водоема близко к естественному характерному.

Пруд у с. Токыр. Аборигенная ихтиофауна района исследований по своему происхождению и особенностям разнообразия относится к Прииртышскому участку Сибирского округа Ледовитоморской провинции (Берг, 1962; Митрофанов, 1986).

Результаты проведенных исследований выявили крайнюю бедность видового состава рыбного населения. Были обнаружены только два вида рыб: серебряный (европейско-азиатский) карась *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) и зайсанский голец *Phoxinus phoxinus sedelnikowi* Berg, 1908. Серебряный карась может иметь промысловое значение, зайсанский голец не является промысловым видом. Находящихся под угрозой исчезновения и занесенных в Красную книгу Республики Казахстан видов рыб не обнаружено. Происхождение серебряного карася в водоемах верхнего и среднего участков р. Иртыш не ясно. Возможно, серебряный карась здесь является чужеродным видом.

Видовое разнообразие рыбного населения оказалось значительно беднее по сравнению с большинством других малых водоемов бассейна р. Иртыш. По численности доминирует карась. Известно, что карась является одним из наиболее выносливых видов рыб, способным выживать в крайне неблагоприятных условиях (Лукьяненко, 1983).

Внешний вид всех отловленных рыб соответствует установленным нормам (Савваитова и др., 1995; Чеботарева и др., 1999; Решетников и др., 1999). Результаты морфобиологического анализа представлены в таблице 1.

По сравнению с известными показателями для серебряного карася из других водоемов Казахстана (Горюнова, 1988) выборка из водоема у с. Токыр отличается низкой скоростью роста в первый год жизни, меньшим числом чешуй в боковой линии и большим числом ветвистых лучей в спинном плавнике. В среднем упитанность сеголетков неплохая, но существует большая разница между наименьшим и наибольшим значениями этого показателя. Выявленные особенности могут быть обусловлены неоднородностью среды обитания или большой разнотелностью молоди, проявившейся в условиях неблагоприятного воздействия среды обитания.

Таблица 1. Морфобиологические показатели карася и голяка

Признак	Карась (n=44)		Голец (n=1)
	min-max	M±m	
Длина рыбы, мм	25-40	31.1 ± 2.87	44
Длина тела (без С), мм	19.5-31	23.7 ± 2.00	35
Полный вес, г	0.18-1.02	0.43 ± 0.137	0.79
Упитанность по Фультону	2.35-3.47	3.02 ± 0.262	1.84
ИНС	0	0	0
Чешуй в боковой линии	27-32	30.0 ± 1.20	-
Неветвистых лучей в спинном плавнике	3-4	3.6 ± 0.48	-
Ветвистых лучей в спинном плавнике	18-22	19.8 ± 1.36	-
Неветвистых лучей в анальном плавнике	2-3	2.8 ± 0.32	-
Ветвистых лучей в анальном плавнике	5-6	5.2 ± 0.32	-

Река Беиттибулак берет свое начало с ледников гор Сауыр. Протекает через с. Сарытерек, Зайсанского района. Река Кендирик протекает параллельно р. Беиттибулак через с. Сарытерек Зайсанского района. Длина реки составляет 95 км, водосбор — 5330 км². Изучение разнообразия рыбного населения этих рек проводилось 2009–2013 гг.

В результате исследования в р. Беиттибулак нами обнаружены следующие виды рыб: обыкновенный голянь — *Phoxinus phoxinus*, балхашский голянь — *Lagowskiella poljakowii*, пескарь — *Gobio gobio*, тибетский голец — *Triplophysa stoliczkai*, серый голец — *Triplophysa dorsalis*, зайсанский голец — *Triplophysa strauchi zaisanicus*, щиповка — *Cobitis taenia*, элеотрис — *Micropercops cinctus*. Разнообразие ихтиофауны р. Беиттибулак по годам показано в таблице 2.

Таблица 2. Разнообразие ихтиофауны р. Беиттибулак

Виды рыб	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Обыкновенный голянь — <i>Phoxinus phoxinus</i>	+	—	+	+	+
Балхашский голянь — <i>Lagowskiella poljakowii</i>	+	+	—	+	+
Пескарь — <i>Gobio gobio</i>	+	+	—	—	—
Тибетский голец — <i>Triplophysa stoliczkai</i>	+	—	—	—	—
Серый голец — <i>Triplophysa dorsalis</i>	+	+	+	+	—
Зайсанский голец — <i>Triplophysa strauchi zaisanicus</i>	+	+	+	+	+
Щиповка — <i>Cobitis taenia</i>	+	+	+	+	+
Элеотрис — <i>Micropercops cinctus</i>	+	+	—	—	—

Результаты проведенных исследований р. Кендирик выявили также крайнюю бедность видового состава рыбного населения. Были обнаружены аборигенные виды: серый голец — *Triplophysa dorsalis*, зайсанский голец — *Triplophysa strauchi zaisanicus*. Морфобиологические показатели некоторых аборигенных видов рыб представлены в таблице 3.

Таблица 3. Морфобиологические показатели некоторых рыб р. Беиттибулак

Признак	Зайсанский губач (n=35)		Щиповка (n=15)		Серый голец (n=50)	
	min-max	M±m	min-max	M±m	min-max	M±m
Длина рыбы, мм	40.8-120.2	80.5±0.2	4.2 – 9.9	7.8±0.5	61-132	80±0.2
Длина тела (без С), мм	30.4-100.5	70.3-0.46	-	-	50-113	67± 0.2
Полный вес, г	3.4-16.7	7.9±0.7	0.4 – 4.8	2.4± 0.6	6-72	36± 0.1
Упитанность по Фультону	1.05-1.73	1.40±0.12	-	-	0.01-0.02	0.008±0.004
ИНС	0	0	0	0	0	0
Неветвистых лучей в спинном плавнике	-	-	1-2	-	1-2	1±0.1
Ветвистых лучей в спинном плавнике	-	-	7	-	5-8	7±0.1
Неветвистых лучей в анальном плавнике	-	-	1-2	-	0-2	1±0.3
Ветвистых лучей в анальном плавнике	-	-	5	-	3-6	5.2±0.1

Полная длина тела обыкновенного голяня составила от 38 до 65 мм, длина тела от 32 до 56 мм, масса от 0.6 до 3.6 г. Полная длина тела балхашского голяня составила от 34 до 69 мм, в среднем 52 мм, длина тела от 28 до 59 мм, в среднем 43 мм, масса от 0.4 г до 3.9 г, в среднем 1.8 г. Внешний вид всех изученных рыб р. Беиттибулак и р. Кендирик соответствует установленным нормам (Савваитова и др., 1995; Чеботарева и др., 1999; Решетников и др., 1999).

Таким образом, разнообразие рыбного населения в двух реках, берущие свое начало из одной горы Сауыр, протекающих через одно местное население крайне различается. Ихтиофауна р. Беиттибулак представлена 7 аборигенными видами и 1 чужеродным видом. Исследования 2011–2013 гг. показывают отсутствия чужеродного вида — элеотриса. В р. Кендирик обнаружено 2 аборигенных вида.

Выводы. 1. В р.Кальжир существуют удовлетворительные условия для воспроизводства сибирского ельца *Leuciscus leuciscus baicalensis* (Dybowski, 1874), сибирского гольца *Barbatula toni* (Dybowski, 1869), обыкновенного голяня *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758) и сибирского пескаря *Gobio cynocephalus* (Dybowski, 1869).

2. В водоеме у с. Токры сложилась неблагоприятная для существования большинства аборигенных видов рыб обстановка. Доминирующим видом является карась, молодь которого характеризуется низкой скоростью роста и большой разнокачественностью.

3. Реки Беиттибулак и Кендирик являются благоприятными водоемами для развития аборигенной фауны Иртышского бассейна.

Исследования выполнены на средства гранта на фундаментальные исследования №0159 ГФ Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан.

Список литературы

- Берг Л.С. Разделение территории Палеарктики и Амурской области на зоогеографические области на основании распространения пресноводных рыб. Избр. Труды. М.: Изд-во АН СССР, 1962. Т. 5. С. 320–363.
- Горюнова А.И. *Carassius auratus* (Linné) – серебряный карась // Рыбы Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1988. Т. 3. С. 212–231.
- Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И., Валецкий А.В., Кряжева Н.Г., Чистякова Е.К., Чубинишвили А.Т. Здоровье среды: методика оценки. М.: Центр экологической политики России. 2000. 68 с.
- Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.

- Лукьяненко В.И. Общая ихтиотоксикология. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 320 с.
- Митрофанов И.В., Баимбетов А.А., Мур М.Дж. Аннотированный четырехязычный словарь названий рыб Казахстана. Алматы: Tethys, 2003. 52 с.
- Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Митрофанов И.В., Солонинова Л.Н. *Leuciscus leuciscus baicalensis* (Dybowski) – сибирский елец // Рыбы Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1987. Т. 2. С. 80–92.
- Митрофанов В.П., Митрофанов И.В. Род *Phoxinus* Agassiz, 1835 – Гольян // Рыбы Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1987. Т. 2. С. 123–145.
- Митрофанов В.П. *Noemacheilus barbatulus* (Linné) – голец // Рыбы Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1989. Т. 4. С. 57–63.
- Митрофанов В.П. Род *Gobio* Cuvier, 1817 – Пескарь // Рыбы Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1988. Т. 3. С. 5–23.
- Митрофанов В.П. Формирование современной ихтиофауны Казахстана и ихтиогеографическое районирование // Рыбы Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1986. Т. 1. С. 20–40.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
- Решетников Ю.С., Попова О.А., Каишулин Н.А., Лукин А.А., Амундсен П.А., Сталдвик Ф. Оценка благополучия рыбной части водного сообщества по результатам морфологического анализа рыб // Успехи современной биологии. 1999. Т. 119. № 2. С. 165–177.
- Савваитова К.А., Чеботарева Ю.В., Пичугин М.Ю., Максимов С.В. Аномалии в строении рыб как показатель состояния природной среды // Вопросы ихтиологии. 1995. Т. 35. № 2. С. 182–188.
- Чеботарева Ю.В., Савоскул С.П., Пичугин М.Ю., Савваитова К.А., Максимов С.В. Характеристика аномалий в строении внешних и внутренних органов у рыб // Разнообразие рыб Таймыра. М., 1999. С. 142–146.

УДК: 574.52:[591.8:597.84(470.46)]

ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МАЛОГО ГОРОДСКОГО ВОДОЕМА «ЗОЛОТОЙ ЗАТОН»

Д. Р. Светашева, М. П. Грушко

ФГУ ВПО Астраханский государственный технический университет,
414056 г. Астрахань, ул. Татищева, корп. 12, svetashadr@yandex.ru

Исследованы основные гидрохимические показатели малого городского водоема «Золотой затон», как среды обитания объектов гистологических исследований в Астраханской области, с целью определения благополучия среды для проживания этих организмов.

Ключевые слова: среда обитания, гидробионты, малый водоем.

Are the main indicators of small urban water hydrochemical «Золотой затон», as a Habitat of histological studies of the Astrakhan area, to determine the well-being of the environment for these organisms.

Keywords: Habitat, hydrobionts, small pond.

Одним из наиболее объективных методов оценки качества окружающей среды являются показатели состояния здоровья живых организмов обитающих на данных территориях (Мелехова и др., 2007). Однако, до сих пор не в полной мере установлены связи между средой обитания низших позвоночных и их организмом, между показателями крови этих животных и физиологическим состоянием, полом, возрастом, течением патологических процессов (Житнева и др., 1989). Поэтому, изучая живые организмы, невозможно оставить без внимания благополучие среды их обитания. В изучении состояния окружающей среды большую роль играют исследования показателей физиологического и морфологического состояния животного мира.

Приступая к изучению физиологических показателей развивающегося организма личинок жабы обыкновенной (*Bufo viridis* Laurenti, 1768). Было принято решение оценить качество среды обитания этих животных в малом водоеме г. Астрахани, т.е. установить насколько пригодна среда обитания этих животных для нормального роста и развития личинок, а так же насколько она благополучна в целом.

Главной целью данного исследования явилась оценка качества воды из городского водоема г. Астрахани «Золотой затон», откуда и взяты образцы личинок жабы обыкновенной для дальнейших исследований. «Золотой затон» — это малый городской водоем, часть акватории р. Волга, защищенный от ледохода и течения. Естественный, превратившийся в залив, отгорожен от основной акватории речным островом. В летние месяцы в затоне самки жабы зеленой откладывают свои икринки, там же протекает метаморфоз вылупившихся личинок, которые и являются объектом гистологических исследований.

Водоем находится в черте города, однако вблизи него нет ни оживленных трасс, ни работающих предприятий. В 1 км от водоема располагается частный жилой сектор. Водоем имеет связь с р. Волга, однако вода в самом водоеме не проточная, застоявшаяся, место смешения вод расположено в судоходном районе акватории р. Волга, ниже по течению р. Волга, где расположен один из городских портов. Для представления общей картины состояния среды обитания исследуемых земноводных, на химический и биологический анализы были отобраны пробы воды из водоема.

Пробы, отобранные в соответствии с руководящими документами по отбору проб воды и с требованиями государственного стандарта (ГОСТ Р 51592-2000) были доставлены в лабораторию Филиал ФБУ «ЦЛАТИ по ЮФО» — «ЦЛАТИ по Астраханской области», где и были проведены анализы на основные показатели качества воды.

Полученные опытным путем данные сравнивались с предельно допустимыми концентрациями загрязняющих веществ для рыбохозяйственных водоемов, как с самыми строгими, обеспечивающими самое высокое качество среды обитания гидробионтов. Результаты анализов показали, что по некоторым показателям

норма была превышена почти в 2 раза, БПК₅ составляет 5.46 мг/л, тогда как предельное значение его составляет 3.0 мг/л, ХПК воды в Золотом затоне имеет значение 23.08 мг/л, а ПДК этого показателя 15.0 мг/л. Высокие БПК и ХПК говорят о высоком содержании органических веществ в воде, в то же время уровень кислорода в воде на тот период находился в пределах нормы. Органические загрязнения в данном случае могут быть очень разнообразной этиологии, от органики биологического происхождения до пестицидов, удобрений. В любом случае они всегда токсичны и поражают такие жизненно важные органы как печень и почки.

Наблюдалось значительное превышение ПДК по железу (0.41 мг/л при ПДК 0.1 мг/л). Хлор, а так же тяжелые металлы находились в пределах ПДК (табл. 1). Острая токсичность на *Daphnia magna* Straus выявлена не была. Считаем, что в дальнейшем, необходимо проведение опытов на хроническую токсичность среды.

Таблица 1. Содержание загрязняющих веществ в водоеме «Золотой затон» и ПДК этих веществ для рыбохозяйственных водоемов

Показатели	Значения	
	В пробе	ПДК (рыб. хоз.)
рН	7.7	7.5–8.0
БПК ₅	5.46 мг/л	Менее 3.0 мг/л
ХПК	23.08 мг/л	15.0 мг/л
Железо (Fe)	0.41 мг/л	0.1 мг/л
Хлор (Cl)	37.44 мг/л	300 мг/л
Медь (Cu)	<0.001 мг/л	0.001–0.005 мг/л
Цинк (Zn)	0.012 мг/л	0.01–0.05 мг/л
Свинец (Hg)	0.011 мг/л	0.006 мг/л

По результатам анализов можно сделать вывод о том, что среда не благополучна и не может являться эталонной для гидробионтов.

Список литературы

- Биологический контроль окружающей среды // Под ред. О.П. Мелеховой и Е.И. Егоровой. М.: Издат. центр «Академия», 2007. С. 6–7.
 Житнева Л.Д., Полтавцева Т.Г., Рудницкая О.А. Атлас нормальных и патологически измененных клеток крови рыб. Ростов-на-Дону: Ростовское книжное издательство, 1989. С. 4–6.

УДК 574.583.282

ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ФИТОПЛАНКТОНА ДВУХ МАЛЫХ РЕК Г. ПЕРМИ

П. И. Семейкина

Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия, polinasemeykina@rambler.ru

Охарактеризован состав и дана таксономическая и эколого-географическая характеристика фитопланктона двух малых рек территории Перми.

Ключевые слова: малые реки, урбанизация, фитопланктон, флористический анализ.

The species composition of phytoplankton in two small rivers in Perm has been characterized and the taxonomic and ecogeographical characteristics of the algae have been given.

Keywords: small rivers, urbanization, phytoplankton, floristic analysis.

Введение. Малые реки — самые многочисленные, разнообразные и уязвимые объекты гидрографической сети, которые до сих пор остаются наименее изученными в гидрологическом и гидробиологическом отношении. За последнее время вследствие увеличения антропогенной нагрузки многие малые реки, особенно расположенные в пределах урбанизированных территорий, стали деградировать. В связи с незначительной хозяйственной ценностью малых рек их экосистемы исследованы крайне слабо, а изучение состава и структуры фитопланктона малых рек г. Перми проводятся впервые.

Целью работы является характеристика видового состава водорослей, таксономической структуры альгофлоры и определение эколого-географических показателей водорослей двух малых рек г. Перми — Егошихи и Данилихи. Долины рек заняты коллективными садами, гаражами, свалками. Естественное состояние берегов нарушено. Руслу рек частично заключены в трубы и подземные коллекторы. Питание рек осуществляется не только за счет поверхностного и подземного стока, но и за счет канализационных стоков и сбросов промышленных предприятий. По берегам рек стихийно возникли свалки бытового и строительного мусора. В реках отмечается постоянное превышение ПДК по марганцу, алюминию, нефтепродуктам, меди, железу общему, цинку, стронцию, что позволяет отнести их воды к IV–V классу качества (Двинских, Китаев, 2011).

Материалы и методы. Пробы фитопланктона рек Егошихи и Данилихи отбирали в июне, августе и октябре 2012 г., январе, ноябре 2013 г., марте 2014 г. За указанный период было взято 48 проб фитопланктона (16 проб на р. Егошихе, 21 — на р. Данилихе). Сбор, обработка и анализ материала произведен по общепринятой гидробиологической методике (Методика ..., 1975).

Сходство альгофлор исследованных рек было оценено с помощью коэффициента Чекановского-Сёренсена ($K_{ч-с}$), вычисляемого по формуле: $K_{ч-с} = 2 \cdot C / (A + B)$, где A и B — число видов в каждом из сравниваемых

мых водоемов, С — число общих для них видов (Стенина, 2009). Водоросли идентифицировали по (Определитель пресноводных водорослей СССР, 1951–1986). Систематика водорослей проведена в соответствии с данными сайта «algaeBASE» (www.algaebase.org).

При эколого-географической характеристике водорослей придерживались работы С.П. Бариновой с соавторами (2006).

Результаты и их обсуждение. Планктонная флора исследуемых городских рек за период исследования представлена 83 видовыми и внутривидовыми таксонами водорослей. Выявленные водоросли относились к 6 отделам, 8 классам, 21 порядку, 32 семействам и 45 родами (табл. 1). По отделам водоросли распределились следующим образом: Bacillariophyta — 58, Cyanophyta/Сyanoprokaryota — 11, Chlorophyta — 7, Chrysophyta — 3, Euglenophyta — 3, Dinophyta — 1 (табл. 2). Пропорция таксономического состава фитопланктона рек Егошихи и Данилихи была сходной.

Таблица 1. Таксономическая структура водорослей исследованных водотоков

Число	р. Егошиха	р. Данилиха	Всего для обеих рек
Классов	8	8	8
Порядков	18	21	21
Семейств	27	29	32
Родов	33	41	45
Видов	42	51	57
Внутривидовых таксонов	9	5	9
Идентифицировано до рода	12	15	17
Всего	63	71	83

Таблица 2. Таксономический состав водорослей изученных рек (над чертой — число видов, разновидностей, под чертой — %)

Отдел	р. Егошиха	р. Данилиха	Всего для обеих рек
Cyanophyta/Сyanoprokaryota	9/14.3	10/14.1	11/13.3
Chrysophyta	3/4.8	2/2.8	3/3.6
Bacillariophyta	42/66.7	50/70.4	58/69.9
Dinophyta	1/1.6	1/1.4	1/1.2
Euglenophyta	3/4.8	2/2.8	3/3.6
Chlorophyta	5/7.9	6/8.5	7/8.4
Всего	63	71	83

Основу флористического богатства рек создавали диатомовые водоросли (р. Егошиха — 67% от общей альгофлоры; р. Данилиха — 70%), вторую и третью позиции занимали сине-зеленые и зеленые водоросли. Водоросли других отделов в исследуемых реках были представлены значительно беднее (1–2 таксона рангом ниже рода) (табл. 2).

Среди десяти ведущих по богатству видов выделялись порядки Naviculales (22.2% общего перечня водорослей), Bacillariales (13.6%), Fragilariales (9.9%), Achnanthes (7.4%), Surirellales (6.2%), Cymbellales (4.9%), Sphaeropleales (4.9%), Oscillatoriales (3.7%), Chromulinales (3.7%), Euglenales (3.7%). Подобное ранговое распределение ведущих порядков отмечалось в обеих исследованных реках.

Анализ родового спектра альгофлоры пермских рек позволил выделить только 2 ведущих рода по числу видовых и внутривидовых таксонов общего списка: *Nitzschia* (9) и *Navicula* (7).

Степень сходства ($K_{\text{ч.с}}$) достаточно высока и в среднем составила 75%. Среди отделов водорослей наиболее сходным был состав золотистых и эвгленовых (80%). Сходство видового состава остальных отделов водорослей составляло 72–75%. В пространственном отношении наиболее различаются средние течения рек (61%), верхние и нижние течения достаточно сходны (71 и 72% соответственно).

В эколого-географическом отношении планктон рр. Егошихи и Данилихи сформирован в основном обитателями бентали и планктонно-бентосными формами (табл. 3). Очевидно, что бентосные формы смыываются с грунта, водных растений и попадают в толщу воды в процессе интенсивного перемешивания водных масс.

Таблица 3. Эколого-географическая характеристика водорослей (над чертой — количество, под чертой — %)

Экологическая группа	р. Егошиха	р. Данилиха	Всего для обеих рек
В	23/46.9	25/49.0	31/50.0
Р-В	17/34.7	18/35.3	21/33.9
Р	9/18.4	8/15.7	10/16.1
х	3/8.3	3/7.1	3/6.5
х-о	1/2.8	2/4.8	2/4.3
о-х	3/8.3	3/7.1	3/6.5
о	5/13.9	5/11.9	7/15.2
о-β	7/19.4	10/23.8	10/21.7
β-о	1/2.8	1/2.4	1/2.2
о-а	4/11.1	4/9.5	4/8.7
β	10/27.8	11/26.2	13/28.3
β-а	1/2.8	1/2.4	1/2.2

Экологическая группа	р. Егошиха	р. Данилиха	Всего для обеих рек
a-β	1/2.8	1/2.4	1/2.2
β-p	0/0.0	1/2.4	1/2.2
mh	2/4.8	2/4.4	3/5.6
oh	1/2.4	1/2.2	1/1.9
i	27/64.3	27/60.0	33/61.1
hl	9/21.4	11/24.4	13/24.1
hb	3/7.1	4/8.9	4/7.4
ind	14/41.2	13/35.1	16/36.4
alf	19/55.9	22/59.5	26/59.1
acf	1/2.9	2/5.4	2/4.5
k	41/87.2	45/88.2	53/88.3
b	3/6.4	4/7.8	4/6.7
aa	3/6.4	2/3.9	3/5.0

Условные обозначения: 1. Приуроченность к местообитанию: В — бентосный в широком смысле, связанный с субстратом; Р-В — планктонно-бентосный; Р — планктонный. 2. Сапробность: х — ксеносапробионт; х-о — ксено-олигосапробионт; о-х — олиго-ксеносапробионт; о — олигосапробионт; о-β — олиго-бетамезосапробионт; β-о — бета-олигосапробионт; о-а — олиго-альфамезосапробионт; β — бетамезосапробионт; β-а — бета-альфамезосапробионт; а-β — альфаметамезосапробионт; β-р — бета-полисапробионт. 3. Галобность: mh — мезогалоб; oh — олигогалоб; i — олигогалоб-индифферент; hl — олигогалоб-галофил; hb — олигогалоб-галофоб. 4. Интервалы pH. Группы индикаторов ацидификации: ind — индифидент и/или нейтрофил; alf — алкалофил; acf — ацидофил. 5. Географическая приуроченность: k — космополит; b — бореальный; aa — альпийский.

Основу флористического списка фитопланктона создают пресноводные формы (более 60%), имеющие оптимум в слабощелочных (59.1%) и нейтральных (36.4%) водах, в большинстве своем космополиты (88.3%).

Более половины обнаруженных водорослей (55.4%) являются показателями сапробности воды, что вполне достаточно чтобы судить о сапробности водных масс. Среди них преобладают индикаторы β-мезосапробной (28.3%) и о-β - олиго-бетамезосапробной (21.7%) степени загрязнения, что характерно для многих городских рек (Анисимова, Оглы, 2009; Фролова, 2012; Воденеева и др., 2011). Показатели меньшей степени органического загрязнения в целом составляют 32.5% видов, а более сильного — 6.6%.

Заключение. Альгофлора рек Егошиха и Данилиха представлена небольшим количеством видов и насчитывает 84 видовых и внутривидовых таксона. Наиболее богатым по составу является отдел Bacillariophyta (58 видов), значительно менее представлены отделы Cyanophyta/Сyanoprokaryota (11 видов) и Chlorophyta (7 видов). Представители отделов Chrysophyta (3 вида), Euglenophyta (3 вида) и Dinophyta (1 вид) немногочисленны. Высокое ранговое положение имеют только 2 рода: *Nitzschia* (9) и *Navicula* (7). Степень сходства фитопланктона исследованных рек в среднем составила 75%. Видовой состав фитопланктона сформирован космополитными бентосными и планктонно-бентосными видами. Водоросли фитопланктона в большинстве представлены β-мезосапробами и о-β-олиго-бетамезо-сапробами, что соответствует II классу качества воды.

Список литературы

- Анисимова Е.Г., Оглы З.П. Оценка качества вод внутриконтинентальных водных экосистем по фитопланктону (Забайкальский край) // Водные ресурсы. 2009. С. 279–283.
- Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Телль-Авив: Русское изд-во Pilies Studio, 2006. 498 с.
- Воденеева Е.Л., Охаткин А.Г., Старцева Н.А., Рябова А.А. Таксономическая и эколого-географическая структура фитопланктона двух малых рек Нижнего Новгорода // Общая биология. Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2011. № 2 (2). С. 40–44.
- Двинских С.А., Китаев А.Б. Экологическое состояние малых рек города Перми // Географический вестник. № 2 (17). Пермь: Изд-во Перм. гос. нац. исслед. ун-та, 2011. С. 32–43.
- Методика изучения биоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.
- Определитель пресноводных водорослей СССР. Т. 1–14 / Под ред. М.М. Голлербаха. М., Л.: АН СССР, 1951–1986.
- Стенина А.С. Диатомовые водоросли (Bacillariophyta) в озерах востока Большеземельской тундры. Сыктывкар, 2009. 35 с.
- Фролова Г.И. Оценка экологического качества воды реки Москвы по состоянию фитопланктона // Вопросы современной альгологии. 2012. № 2 (2). URL: <http://algology.ru/125.www.algaebase.org>

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ МАЛЫХ РЕК КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ЗООПЛАНКТОНА

А. С. Семенова

Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГУП «АтлантНИРО»), г. Калининград, ул. Дм. Донского, д. 5, e-mail: a.s.semenowa@gmail.com

Были изучены показатели зоопланктона ряда малых и средних рек Калининградской области. Согласно структурным показателям зоопланктона качество воды ухудшается, а трофический статус увеличивается в ряду: реки Шешупе и Анграпа → р. Приморская → р. Преголя → р. Дейма. Качество воды в реках ухудшается при движении от истока к устью. В целом, все изученные реки находятся в неблагоприятном состоянии, при этом наиболее загрязнены и эвтрофированы реки Дейма и Преголя, что подтверждается большинством показателей зоопланктона. К наиболее информативным показателям, отражающим трофический статус и качество воды исследованных водоемов, относятся показатель и коэффициент трофии, а также доля мертвых особей в зоопланктоне. Другие структурные показатели зоопланктона менее информативны, но при экологическом мониторинге лучше использовать все показатели зоопланктона для наиболее полной и грамотной оценки состояния исследуемых водоемов.

Ключевые слова: зоопланктон, реки Калининградской области, качество воды.

ESTIMATING OF WATER QUALITY SMALL RIVERS OF KALININGRAD REGION USING ZOOPLANKTON'S INDICATORS

A. S. Semenova

As a result of studies of several small and medium rivers of Kaliningrad region the most informative structural indicators of zooplankton, reflecting changes in the organic and nutrient load data reservoirs were found. According to the structural indicators of zooplankton water quality decreased and trophic status increased in the line: rivers Sheshupe and Angrapa → r. Primorskaya → r. Pregolya → r. Deima. Water quality in rivers worsens when moving from the source to the mouth of the river. In general, all the studied rivers are in unfavorable condition, the most polluted and eutrophic, as evidenced by the majority of indicators of zooplankton were rivers Deima and Pregolya. The most informative indicators of the trophic status and water quality were coefficient of trophy (E) and index of trophy (E/O), as well as the proportion of dead individuals in zooplankton. Other structural indicators of zooplankton are less informative, but when considered in combination, compared with each other indicators for different rivers, obtained in one time period, as well as consideration of their seasonal and interannual dynamics, more subtly reflect structural changes in the zooplankton community as a result of pollution and eutrophication, so in environmental monitoring is better to use all of this indicators for the most complete and correct assessment of the studied reservoirs.

Keywords: indicators of zooplankton, river of Kaliningrad region, water quality.

Индикаторная роль зоопланктона в процессах загрязнения и эвтрофирования водоемов показана в ряде работ отечественных и зарубежных ученых, и в современный период разработана система показателей этого сообщества, которые могут быть использованы при диагностике трофического статуса водоема (Андроникова, 1996).

Целью настоящей работы была оценка состояния малых и некоторых средних рек Калининградской области по показателям зоопланктона.

Исследования зоопланктона проводили в средних реках Преголя, Анграпа, Шешупе и малых реках Дейма, Приморская, Светлогорка, Медвежья, Чистая и Отраденка в 2008–2013 гг. (табл. 1).

Таблица 1. Краткая характеристика изученных рек

Река	Характеристика реки	Длина, км	Площадь бассейна, км ²	Глубина, м	Скорость течения, м/с	Расход воды, м ³ /с
Шешупе	средняя	308(62)	6120	0.4-3.5	0.2-0.7	33.2
Преголя	средняя	123	15500	0.2-3.0	0.2-0.8	90
Анграпа	средняя	172(120)	3960	0.2-3.0	0.2-0.6	14.5
Дейма	малая	37	337.5	2.0-4.0	0.1-0.5	-
Приморская	самая малая	15	126	0.2-1.5	0.1-0.3	-
Светлогорка	самая малая	14	24.3	0.1-0.8	0.1-0.3	-
Медвежья	самая малая	10	42.1	0.1-0.7	0.1-0.3	-
Чистая	самая малая	6.5	-	0.1-0.4	0.1-0.3	-
Отраденка	самая малая	4	-	0.1-0.4	0.1-0.2	-

Изучение показателей зоопланктона в реках Преголя и Дейма в весенне-летний период 2013 г. проводили на 12 станциях: ст. 1 — устье реки Дейма; ст. 2 — центр г. Полесска; ст. 3 — расположена у пос. Шолохово, в 7 км, выше г. Полесска; ст. 5 — расположена в районе поселка Славинск; ст. 7 — расположена в пос. Забарье, 2 км ниже Гвардейска; ст. 8 — расположена в центре Гвардейска; ст. 9 — расположена в 1 км ниже г. Гвардейска; ст. 11 — близ поселка Сокольников; ст. 13 — район поселка Славянское; ст. 14 — расположена на границе города, у «Берлинского моста», в 500 м выше места, где происходит забор питьевой воды из р. Преголя для первой южной городской водоочистной станции (ЮВС-1); ст. 15 — расположена на Старой Преголе на расстоянии 1 км ниже по течению от места забора питьевой воды из р. Преголя для второй южной городской водоочистной станции (ЮВС-2); ст. 16 — расположена перед двухъярусным мостом, напротив научно-исследовательского судна «Витязь» (рис. 1).



Рис. 1. Схема станций отбора проб на реках Дейма и Преголя.

ние производилось сразу после отбора проб, что исключало дополнительную гибель зоопланктеров в результате транспортировки проб. После окрашивания пробы зоопланктона промывали и фиксировали по стандартной методике. Камеральную обработку проб проводили стандартным методом, биомассу рассчитывали по размерной структуре и численности видов (Методические ..., 1984). Обработку окрашенных проб также осуществляли стандартным счетным методом, при этом живые (неокрашенные и частично окрашенные) и мертвые (полностью окрашенные) зоопланктеры учитывались отдельно (Дубовская, 2008).

Для оценки качества воды и степени эвтрофирования рек были использованы следующие показатели зоопланктона: показатель трофии (E/O), коэффициент трофии (E), соотношение числа видов *Brachionus* и *Trichocerca* ($Q_{B/T}$), число структурообразующих видов по численности и биомассе (n_N и n_B), отношение численности Cladocera к численности Copepoda ($N_{Cladocera}/N_{Copepoda}$), биомассы Cyclopoida к биомассе Calanoida (B_{Cycl}/B_{Cal}), соотношение численности и биомассы таксономических групп ($N_{Rot:Clad:Cop}$; $B_{Rot:Clad:Cop}$), средняя численность (N) и биомасса (B), индекс Шеннона, рассчитанный по численности (H_N) и по биомассе (H_B) (Андроникова, 1996), а также индекс сапробности (ИС) рассчитанный по методу Пантле и Бука в модификации Сладечека (Sladecsek, 1973).

В изученных реках было встречено от 10 до 21 вида, большая их часть принадлежала к типу Rotifera. Число структурообразующих видов по численности и биомассе было минимально 4–6, что характерно для мезо-эвтрофных вод (Андроникова, 1996). В реках Шешупе и Анграпа наблюдался сходный комплекс доминирующих видов, в который входили *Rotaria neptunia*, *Chydorus sphaericus*, младшие возрастные стадии Cyclopoida. Кроме того, в р. Шешупе массового развития достигал *Mesocyclops leuckarti*, а в р. Анграпа — *Brachionus calyciflorus*. В реке Приморской доминировали *Lecane luna*, *Trichocerca capucina*, *Chydorus sphaericus*, *Eubosmina coregoni*, *Acanthocyclops vernalis* и младшие возрастные стадии Cyclopoida. В реке Дейма в состав комплекса доминирующих видов входили *Brachionus angularis*, *B. calyciflorus*, *Keratella cochlearis tecta*, *Keratella quadrata*, *Bosmina longirostris*, *Trichocerca capucina*, младшие возрастные стадии Cyclopoida, в р. Преголя — *Keratella quadrata*, *Bosmina longirostris*, *Eurytemora affinis* и младшие возрастные стадии Cyclopoida. Ряд видов, таких как *Keratella cochlearis tecta*, *Keratella quadrata*, виды рода *Brachionus*, *Chydorus sphaericus*, *Eubosmina coregoni*, *Bosmina longirostris* относятся к видам-индикаторам эвтрофных условий (Андроникова, 1996). Эти виды были наиболее представлены в зоопланктоне рек Дейма и Преголя.

Увеличение количественных показателей Rotifera и Cladocera и уменьшение численности и биомассы Copepoda в пресноводных водоемах закономерно происходит с повышением уровня трофии и поэтому может служить его индикатором (Андроникова, 1996). В реках Анграпа, Дейма и Преголя по численности доминировали коловратки (Rotifera), в р. Шешупе — Cladocera, в р. Приморская доля Rotifera, Cladocera и Copepoda в численности зоопланктона была примерно равной. По биомассе в реках Анграпа и Дейма, также как и по численности, доминировали Rotifera, в р. Шешупе — Cladocera; в реках Преголя и Приморская по биомассе доминировали ракообразные (Cladocera и Copepoda).

В летний период во всех исследованных реках были отмечены максимальные значения численности и биомассы зоопланктона, минимальные значения наблюдались в весенний и зимний периоды, в осенний период показатели количественного развития зоопланктона в одних реках были значительно ниже, чем в летний период, в других сопоставимы с показателями отмечающимися в летний период.

По разным структурным показателям зоопланктона воды рек Калининградской области можно отнести к разным трофическим типам. По показателю трофии, коэффициенту трофии и индексу Шеннона воды реки Шешупе можно охарактеризовать как эвтрофные, по индексу $Q_{B/T}$ и соотношению $N_{Cladocera}/N_{Copepoda}$ — как мезо-эвтрофные, а по биомассе зоопланктона — как олиготрофные. По показателю и коэффициенту трофии воды реки Анграпа можно охарактеризовать как эвтрофные, по индексу $Q_{B/T}$ и индексу Шеннона — как мезотрофные, а по биомассе зоопланктона и соотношению $N_{Cladocera}/N_{Copepoda}$ — как олиготрофные. По значениям биомассы, индексу $Q_{B/T}$ и индексу Шеннона воды реки Приморской можно отнести к олиготрофным, по соотношению $N_{Cladocera}/N_{Copepoda}$ — к мезотрофным, а по показателю и коэффициенту трофии и соотношению B_{Cycl}/B_{Cal} — к эв-

При исследовании малых рек Светлогорка, Медвежья, Чистая и Отраденка, впадающих в Балтийское море, в летне-осенний период 2013 г. изучение показателей зоопланктона проводили в устьях рек и на границе смешения речных и морских вод. Для концентрации зоопланктона использовали планктонную сеть с размером ячеи 64 мкм. Пробы зоопланктона фиксировали 4% формалином с сахарозой. В 2013 г. после отбора проб с целью дифференциации зоопланктона на живой и мертвый осуществлялось его окрашивание анилиновым голубым красителем (Seepersad, Crippen, 1978; Дубовская, 2008; Bickel et al., 2008). Окрашива-

трофным водам. По показателю и коэффициенту трофии воды реки Дейма можно охарактеризовать как гиперэвтрофные, по индексу $Q_{B/T}$ — как эвтрофные, по индексу Шеннона — как мезотрофные, а по соотношению $N_{Cladocera}/N_{Copepoda}$ и биомассе зоопланктона — как олиготрофные. По показателю и коэффициенту трофии воды реки Неман можно охарактеризовать как гиперэвтрофные, по индексу $Q_{B/T}$ и соотношению V_{Cycl}/V_{Cal} — как эвтрофные, по индексу Шеннона — как мезотрофные, а по соотношению $N_{Cladocera}/N_{Copepoda}$ и биомассе зоопланктона — как олиготрофные.

Согласно исследованиям, проведенным в реках Дейма и Преголя в весенне-летний период 2013 г. трофический статус р. Преголя по показателю и коэффициенту трофии можно оценить как эвтрофный переходящий в гиперэвтрофную стадию, по индексу $Q_{B/T}$ и соотношению V_{Cycl}/V_{Cal} — как эвтрофный, по соотношению $N_{Cladocera}/N_{Copepoda}$ и индексу Шеннона — как мезотрофный, а по биомассе зоопланктона как олиготрофный. Трофический статус р. Дейма по этим же показателям зоопланктона был выше, в частности по показателю и коэффициенту трофии воды этой реки можно оценить как гиперэвтрофные. Для обеих рек было отмечено изменение показателей зоопланктона, свидетельствующее о возрастании биогенной и органической нагрузки при движении от истока к устью реки, также при движении от истока к устью возрастали численность и биомасса зоопланктона (рис. 2).

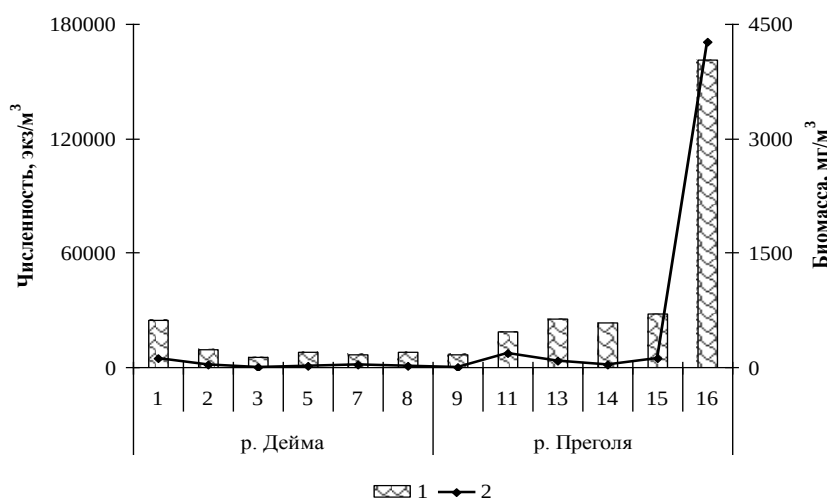


Рис. 2. Изменение численности (1) и биомассы (2) зоопланктона по станциям в реках Дейма и Преголя в весенне-летний период 2013 г.

Доля мертвых особей в зоопланктоне как в реке Дейма, так и в реке Преголя возрастала при движении от истока к устью, своих максимальных значений для р. Дейма достигая в устье реки (ст. 1), для р. Преголя — в черте г. Калининграда, неподалеку от устья (ст. 16) (рис. 3). Средняя для р. Дейма доля мертвых особей от численности зоопланктона — $4.7 \pm 0.5\%$ была в 2 раза ниже, чем в р. Преголя — $9.3 \pm 0.8\%$. Более высокая доля мертвых особей в зоопланктоне р. Преголя по-видимому связана с более высокой антропогенной нагрузкой на эту реку.

В зоопланктоне малых рек, впадающих в Балтийское море, было обнаружено 25 видов зоопланктона, при этом непосредственно в устьях рек было найдено 18 видов, а на границе раздела сред река-море — 16 видов. Наибольшее число видов (17 видов) было обнаружено в р. Светлогорка, наименьшее (4 вида) — в р. Чистая, в реках Медвежья и Отраденка было найдено 11 и 5 видов соответственно. Доля мертвых особей в зоопланктоне во всех исследуемых реках была высокой, в устьях рек она была ниже (в реках Отраденка, Светлогорка и Чистая) или примерно равной (в р. Медвежья), чем на границе раздела сред река-море. Минимальные доли мертвых особей 6–8% были отмечены в р. Чистая, где содержание кислорода было на высоком уровне, а также наблюдались минимальные значения БПК₅. В реках Отраденка, Светлогорка и Медвежья значения доли мертвых особей в зоопланктоне было на уровне 12–15%.

По показателю сапробности воды всех изученных рек можно охарактеризовать как β-мезосапробные или умеренно загрязненные.

В целом для рек можно сказать, что применительно к ним существующая трофическая классификация вод не всегда адекватна и по разным структурным показателям зоопланктона качество воды рек и их трофический статус не всегда возможно определить однозначно. Это, прежде всего, связано с особенностями гидрологического режима рек, в которых при высоких скоростях течения зачастую в достаточной степени могут развиваться не все группы зоопланктона. Так, в очень в небольшом количестве в реках могут быть представлены ветвистоусые ракообразные и вообще практически отсутствовать Calanoida, что делает неадекватной оценку по соотношениям $N_{Cladocera}/N_{Copepoda}$ и V_{Cycl}/V_{Cal} . Также невелико и количественное развитие зоопланктона, что приводит к тому, что численность и биомасса зоопланктона в некоторых реках может находиться на очень низком уровне, характерном для олиготрофных водоемов. Не всегда адекватно можно оценить трофический статус и качество воды в реках и по индексу Шеннона из-за того, что в реках можно наблюдать ситуацию, когда ни один

из видов, не достигает высокого количественного развития, соответственно, велика выравненность в зоопланктонном сообществе из-за чего индекс Шеннона может достигать достаточно высоких значений.

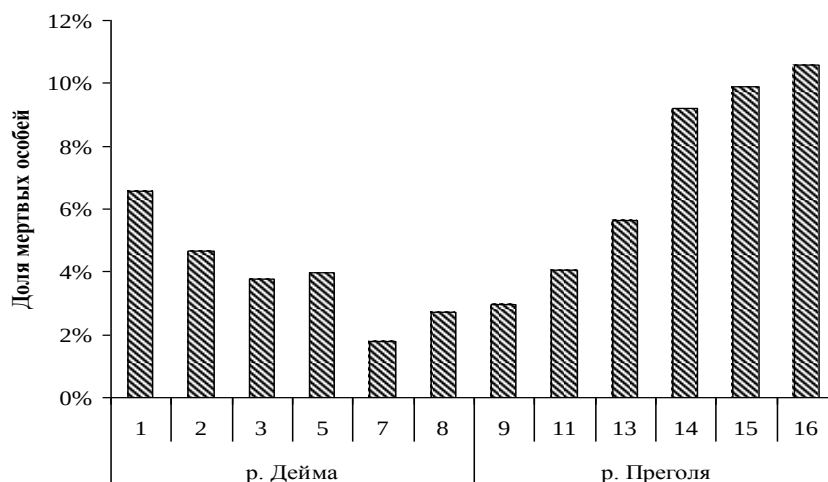


Рис. 3. Изменение доли мертвых особей в зоопланктоне на станциях в реках Дейма и Преголя в весенне-летний период 2013 г.

Также могут быть не совсем адекватны и другие структурные показатели зоопланктона. Так, индекс сапробности не всегда выявляет различия в состоянии исследованных водотоков, и иногда неадекватно отражает степень загрязнения рек, это может быть следствием того, что этот индекс хорошо отражает сапробность водоемов принадлежащих к самым крайним точкам шкалы, гиперэвтрофным или олиготрофным, в большинстве же водоемов обитают как виды-индикаторы эвтрофности, так и виды-индикаторы олиготрофности, так что средний индекс сапробности оказывается не слишком информативным.

Как нам представляется, в связи с такой неоднозначностью в оценке трофического состояния и качества воды в реках, нужно не только пытаться анализировать все показатели в совокупности, но и сравнивать между собой показатели по разным рекам, которые получены в один и тот же временной промежуток, для того, чтобы произвести более адекватную оценку. Исходя из анализа всех показателей, качество воды ухудшается, а трофический статус увеличивается в ряду: реки Шешупе и Анграпа → р. Приморская → р. Преголя → р. Дейма. Качество воды ухудшается в пределах одной реки при движении от истока к устью, скорее всего это связано с тем, что происходит накопление загрязняющих веществ. В реки поступают как хозяйственно-бытовые стоки, так и смывы с полей, что ведет их загрязнению и эвтрофированию (Берникова, Рябой, 1997; Берникова и др., 2000; Берникова и др., 2001; Водоемы, 2002). В целом все изученные реки находятся в неблагоприятном состоянии, при этом наиболее загрязнены и эвтрофированы реки Преголя и Дейма, что подтверждается большинством показателей зоопланктона.

Доля мертвых в зоопланктоне рек возрастает при движении от истока к устью, а также на границе раздела сред река-море. Изучение доли мертвых особей в зоопланктоне может применяться как экспресс-метод при изучении планктонных сообществ рек и давать дополнительные знания об их экологическом состоянии.

Список литературы

- Андроникова И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. СПб.: Наука, 1996. 189 с.
- Берникова Т.А., Шкицкий В.А., Шибалева М.Н. Оценка экологического состояния реки Шешупе. Сб. тр. АтлантНИРО. VIII съезд гидробиол. общ-ва РАН (Калининград, 16–23 сентября 2001). Калининград, 2001. С. 31–35.
- Берникова Т.А., Шкицкий В.А., Шибалева М.Н., Рябой В.Е. Экологическая оценка рек Нельмы и Приморской. Международная науч.-техн. конф., посвященная 70-летию основания Калинингр. госуд. технич. ун-та (17–19 окт. 2000 г.), Материалы, Ч. I. Калининград: КГТУ, 2000. С. 167–168.
- Берникова Т.А., Рябой В.Е. Оценка экологического состояния некоторых малых рек Калининградской области по гидрологическим показателям // Экологические проблемы Калининградской области. Сб. научн. тр. Калининград, 1997. С. 24–29.
- Водоемы Калининградской области. Оценка экологического состояния / Проект TACIS ENVIRUS 9803 Экологический мониторинг и управление водными ресурсами Калининградской области. Калининград, 2002. 66 с.
- Дубовская О.П. Оценка количества мертвых особей рачкового зоопланктона в водоеме с помощью окрашивания проб анилиновым голубым: методические аспекты применения // Журнал Сибирского Федерального университета. Сер. Биология. 2008. №2. С. 145–161.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. / Ред. Г.Г. Винберг, Г.М.Лаврентьева. Л.: ГосНИОРХ, ЗИН АН СССР. 1984. 33 с. (2-е изд.).
- Bickel S.L., Tang K.W., Grossart H.P. Use of aniline blue to distinguish live and dead crustacean zooplankton composition in freshwaters // Freshwater Biology. 2008. V. 54. № 5. P. 971–981.
- Seepersad B., Crippen R.W. Use of aniline blue for distinguishing between live and dead freshwater zooplankton // J. Fish. Res. Board Canada. 1978. V.35. № 10. P. 1363–1366.
- Sladeček V. System of water quality from the biological point of view // Arch. Hydrobiol. 1973. V. 7. 218 p.

ЗООПЛАНКТОН МАЛЫХ РЕК ЗАПОВЕДНИКА «КОЛОГРИВСКИЙ ЛЕС» имени М.Г. СИНИЦЫНА

М. В. Сиротина*, И. Г. Криницын*, Л. В. Мурадова, Т. М. Колесова, Д. Н. Зонтиков

*ФГБОУ ВПО Костромской государственный университет им. Н.А. Некрасова 156961, г. Кострома, ул. 1 Мая, д.14;
mvsirotna@gmail.com, hek@rambler.ru, mlv44@mail.ru, alekskolesov@yandex.ru, zontikovdn@mail.ru.*

** ФГБОУ ВПО Костромской государственный университет им. Н.А. Некрасова, ФГБУ Государственный природный заповедник «Кологривский лес» имени М.Г. Сеницына*

Изучен видовой состав и закономерности распределения сообщества зоопланктона малых рек на территории Государственного природного заповедника «Кологривский лес» им. М.Г. Сеницына в Костромской области. Отмечено преобладание Cladocera над другими систематическими группами зоопланктеров в богатых органикой водах верховий рек и на участках с медленным течением и развитием высшей водной растительности, в том числе созданных строительной деятельностью бобров.

Ключевые слова: ФГБУ Государственный природный заповедник «Кологривский лес» им. М.Г. Сеницына, зоопланктон, малые реки, гидрохимическая характеристика, Костромская область.

The variety of species and patterns of distribution of zooplankton community in small rivers of the State Natural Reserve "Kologrivsky Les" in Kostromskaya oblast' were studied. Cladocera dominates other systematic groups of zooplankter in organics-rich waters of rivers and in areas of slow river flow and well-developed water flora including those created by beaver.

Keywords: State Natural Reserve "Kologrivsky Les", zooplankton, small rivers, Kostromskaya oblast'.

Государственный природный заповедник «Кологривский лес» им. М.Г. Сеницына был создан в 2006 г. и располагается в северо-восточной части Русской равнины на территории Костромской области, в подзонах европейской средней и южной тайги. Территория заповедника богата сетью малых рек, относящихся к бассейну реки Унжи, которая протекает по территории Вологодской и Костромской областей в направлении с севера на юг и впадает в Унженский залив Горьковского водохранилища — зарегулированный участок р. Волги. Реки Кологривского заповедника относятся к восточно-европейскому типу, для них характерно ярко выраженное весеннее половодье, летне-осенняя низкая межень, которая может прерываться паводками, и зимняя межень. В течении 4–4.5 мес. в году малые реки заповедника покрыты льдом, их вскрытие происходит во второй половине апреля. Снеговые воды обеспечивают до 65% объема питания рек, 25% составляет подземный и 10% дождевой сток, в периоды межени, как летней, так и зимней преобладает грунтовое питание. Через территорию Кологривского участка заповедника протекают реки Понга, Кисть, Лондушка, Сеха, Вонюх, Ухта, Юрманга, Нелка, Ломенга, Чёрная, являющиеся правыми притоками разного порядка р. Унжи.

Фауна беспозвоночных животных заповедника «Кологривский лес» изучена недостаточно, а состав планктонных сообществ его малых водотоков исследовался впервые. Работа проводилась в составе комплексной экспедиции Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова в рамках выполнения государственного задания по изучению механизмов поддержания биологического разнообразия биоценозов в бассейнах малых рек. Целью исследований являлось изучение сообщества зоопланктона малых рек на территории Кологривского участка заповедника.

Отбор проб зоопланктона проводился в мае, июне и июле 2013–2014 г. на реках Сеха, Лондушка, Ломенга, Чёрная, Понга путем процеживания 50 л воды через планктонную сеть Апштейна (капроновое сито № 76) с последующей фиксацией 4% формалином, обработка проб проводилась по общепринятым методикам (Методические рекомендации ..., 1982). Одновременно с отбором проб зоопланктона изучались гидрологические и гидрохимические показатели исследуемых водотоков.

Для малых рек заповедника «Кологривский лес» характерна заболоченность водосборов верховий, высокая облесенность русла, зарегулирование во многих местах водного стока бобровыми плотинами. Наиболее крупным из изученных водотоков является р. Понга, образованная слиянием рек Сехи и Лондушки, средняя ширина которой в исследованном районе составила 11.75 м в мае и 10.50 м в июне 2014 г., скорость течения 0.9 м/с. Остальные изученные реки имели среднюю ширину в мае 2014 г. менее 6 м, июне — менее 5.5 м, а скорость течения зависела от наличия бобровых плотин и колебалась в диапазоне от 0 до 0.8 м/с в мае и от 0 до 0.45 м/с в июне.

Значения водородного показателя (рН) в верхнем течении рек заповедника относят их воды к группе слабокислых. Так в верховьях р. Сехи величина этого показателя составила 5.82, Чёрной — 6.03, что связано с заболоченностью водосборов этих участков, в среднем же и нижнем течении рек реакция среды становится нейтральной. С заболоченностью водосбора у истоков рек связано высокое содержание в воде органического вещества гумусовой природы, о чём свидетельствуют высокие показатели цветности, химического потребления кислорода (ХПК), биологического потребления кислорода (БПК) и перманганатной окисляемости. Так значения цветности составили 107.0 град. в верховьях Сехи и 97.0 град. в верхнем течении р. Чёрной, причём, в среднем и нижнем течении рек наблюдается снижение этого показателя: до 85 град. в среднем течении Сехи и до 48.5 град. в нижнем течении р. Чёрной. Необходимо отметить также снижение значений ХПК, БПК и перманганатной окисляемости по мере продвижения от истока рек к устью. Так, значения ХПК в верхнем течении р. Чёрной составили 41.58 мг/л, в нижнем течении — 7.95 мг/л. Значения перманганатной окисляемости в верхнем течении Сехи — 28.8 мгО₂/л, р. Чёрной — 28.7 мгО₂/л, а уже в среднем течении Сехи значения этого пока-

зателя составили 20.7 мг О₂/л, а в нижнем течении р. Чёрной — 14.3 мгО₂/л. БПК₅ на р. Чёрной от истока к устью снижается с 6.5 до 5.0 мг/л.

Высокая цветность может быть обусловлена как содержанием гуминовых кислот, так и повышенным содержанием железа в воде малых рек заповедника, превышающим значения предельно допустимых концентраций почти в 3 раза, что является особенностью природного фона Костромской области и не связано с антропогенными загрязнениями (Сиротина, Субботина, 2014). Причём, содержание общего железа в воде рек также несколько снижается с продвижением от истока к устью, так если вода верхнего течения Сехи содержит 0.91 мг/л железа, р. Чёрной — 0.75 мг/л, то в среднем течении Сехи значения этого показателя уже составляют 0.86 мг/л, нижнем течении Чёрной — 0.54 мг/л.

В составе зоопланктона малых рек заповедника «Кологривский лес» нами выявлено 63 вида, среди которых наиболее широко распространены ветвистоусые ракообразные (табл.).

Таблица. Видовой состав зоопланктона малых рек заповедника Кологривский лес в 2013–2014 гг.

Вид	Сеха	Лондушка	Ломенга	Чёрная	Понга
Cladocera					
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Liévin)		+			
<i>Sida crystallina</i> (O.F.Müller)		+			
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O.F.Müller)	+	+		+	+
<i>Ceriodaphnia laticaudata</i> (P.E.Müller)		+			
<i>Ceriodaphnia megops</i> (Sars)		+		+	
<i>Ceriodaphnia reticulata</i> (Jurine)		+	+		
<i>Ceriodaphnia setosa</i> (Matile)					+
<i>Daphnia cucullata</i> (Sars)				+	
<i>Daphnia longispina</i> (O.F.Müller)	+	+		+	
<i>Daphnia middendorffiana</i> (Fischer)				+	
<i>Daphnia pulex</i> (De Geer)	+				
<i>Daphnia obtusa</i> (Kurz)	+			+	
<i>Simocephalus lusaticus</i> (Herr)		+		+	
<i>Simocephalus vetulus</i> (O.F.Müller)	+	+		+	
<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F.Müller)	+	+	+		+
<i>Acroperus angustatus</i> (Sars)			+		+
<i>Acroperus harpae</i> (Baird)			+		+
<i>Alona rectangula</i> (Sars)	+		+		
<i>Alona costata</i> (Sars)					
<i>Alonella exgua</i> (Lilljeborg)					
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F.Müller)	+	+	+	+	+
<i>Oxyurella tenuicaudies</i> (Sars)			+		
<i>Eurycercus lamellatus</i> (O.F.Müller)			+		+
<i>Holopedium gibberum</i> (Zaddach)	+				
<i>Bosmina crassicornis</i> (Lilljeborg)		+			
<i>Bosmina longirostris</i> (O.F.Müller)	+	+		+	+
<i>Macrotrix hirsuticornis</i> (Norman et Brady)		+			
<i>Binops serricaudata</i> (Daday)		+			
<i>Polyphemus pediculus</i> (L.)		+		+	
Copepoda					
<i>Acanthodiptomus denticornis</i> (Wierzejski)	+				
<i>Eudiptomus graciloides</i> (Lilljeborg)	+				
<i>Acanthocyclops vernalis</i> (Fischer)	+	+	+	+	+
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer)	+	+		+	+
<i>Eucyclops macrurus</i> (Sars G.O.)	+	+			+
<i>Macrocyclus albidus</i> (Jurine)		+			
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus)	+	+	+	+	+
<i>Metacyclops gracilis</i> (Lilljeborg)	+				
<i>Cyclops strenuous</i> (Fischer)	+	+	+		+
<i>Paracyclops poppei</i> (Rehberg)	+				
<i>Paracyclops affinis</i> (Sars G.O.)	+				+
<i>Ectocyclops phaleratus</i> (Koch)	+				
<i>Thermocyclops oithonoides</i> (Sars)	+	+			
<i>Thermocyclops crassus</i> (Fischer)		+		+	
<i>Nitocrella hibernica</i> (Brady)			+	+	
Rotifera					
<i>Asplanchna priodonta</i> (Gosse)				+	+
<i>Brachionus calycifloris</i> (Pallas)				+	
<i>Brachionus diversicornis</i> (Daday)				+	
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott)	+				
<i>Keratella quadrata</i> (Müller)	+				

Вид	Сеха	Лондушка	Ломенга	Чёрная	Понга
<i>Platyias</i> sp.					+
<i>Notholca acuminata</i> (Ehrenberg)	+				
<i>Conochilus</i> sp.	+		+		
<i>Euchlanis dilatata</i> (Ehrenberg)	+	+		+	+
<i>Euchlanis lyra</i> (Hydson)		+			
<i>Polyarthra vulgaris</i> (Carlin)	+				
<i>Polyarthra dolichoptera</i> (Idelson)		+			
<i>Mytilina mucronata</i> (Müller)	+	+			
<i>Lecane luna</i> (Müller)	+				
<i>Trichocerca brachyura</i> (Gosse)					+
<i>Rotaria neptunia</i> (Ehrenberg)	+				
<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg)					+
<i>Eospora najas</i> (Ehrenberg)	+		+		
<i>Dicranophorus najas</i> (Ehrenberg)	+				

Наибольшее видовое разнообразие зоопланктеров нами обнаружено для рек Сеха и Лондушка — 33 и 28 видов соответственно, в р. Чёрной отмечено 20 видов, Понге — 19, Лондушке — 14 видов. Состав зоопланктонного сообщества является неоднородным и меняется при продвижении от истока к устью, но в ещё большей степени он зависит от локальных рефугиумов, представленных затонами, старицами, водоёмами, отгороженными бобровыми плотинами, то есть участков со слабым течением или его отсутствием.

В верхнем течении рек нами обнаружено большое видовое разнообразие зоопланктеров, среди которых преобладают ветвистоусые. Так в верховьях р. Сехи нами отмечено 8 видов Cladocera, среди которых наряду с эврибионтными формами, такими как *Chydorus sphaericus*, *Daphnia longispina*, *Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia quadrangula*, присутствуют и такие как *Daphnia obtusa* — вид характерный для болотных сообществ, *Holopedium gibberum* — обитатель холодноводных озёр и водохранилищ с низким содержанием кальция (содержание кальция в воде Сехи 12.02 мг/л). Нами здесь также обнаружены *Daphnia pulex* — обычный для Голарктики вид и *Simocephalus vetulus*, встречающийся в прибрежных водах континентальных водоёмов и проводящий большую часть времени, прикрепившись к стеблям и листьям высших водных растений. Необходимо отметить, что комплекс ветвистоусых развивается в биотопах с медленным течением и хорошо развитыми сообществами макрофитов. В русловой части верхнего течения Сехи встречаются отдельные особи *Bosmina longirostris* и науплиальные и копепоидные стадии *Acanthocyclops vernalis* и *Mesocyclops leuckarti*. Коловраточный планктон развит слабо и представлен *Euchlanis dilatata* и *Eu. lyra*.

В среднем течении р. Сехи зоопланктонное сообщество также более устойчиво развивается на участках с замедленным течением и в зарослях макрофитов, но видовой состав ветвистоусых заметно сокращается и представлен только двумя видами *Bosmina longirostris* и *Ceriodaphnia quadrangula*. Среди веслоногих отмечены *Acanthodiptomus denticornis*, *Eudiaptomus graciloides*, *Cyclops strenuus*, *Acanthocyclops vernalis* и тесно связанные с высшей водной растительностью *Paracyclops poppei* и *P. affinis*, а также науплии и копепоиды. Наибольшего развития достигает коловраточный планктон, среди которого чаще всего встречается *Euchlanis dilatata*, кроме того, нами были обнаружены *Eospora najas*, *Lecane luna*, *Keratella quadrata* и представители рода *Conochilus*.

В верхнем течении р. Чёрной среди зоопланктеров также наиболее представлены ветвистоусые *Chydorus sphaericus*, *Daphnia longispina*, *D. middendorffiana*, *D. obtusa*, *Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *C. megops*, *Polyphemus pediculus*, *Simocephalus vetulus*. Среди веслоногих нами отмечены взрослые особи, копепоиды и науплиальные стадии *Mesocyclops leuckarti*, *Thermocyclops crassus*, *Acanthocyclops vernalis*, *Eucyclops serrulatus*. Коловратки в планктоне встречаются значительно реже, нами обнаружены только *Euchlanis dilatata* и отдельные особи *Brachionus diversicornis* и *B. calycifloris*.

В нижнем течении р. Чёрной в результате активной строительной деятельности бобров сформировался значительных размеров стоячий водоём, подпруженный крупной плотиной. В условиях мелководного, поросшего макрофитами водоёма, практически в отсутствии течения, развивается комплекс ветвистоусых ракообразных, которые имеют довольно крупные размеры: *Eurycercus lamellatus*, *Polyphemus pediculus*, *Simocephalus vetulus*, *Daphnia cucullata*, *D. longispina*. Веслоногие представлены здесь видами *Acanthocyclops vernalis* и *Paracyclops affinis*.

В русловом участке нижнего течения р. Чёрной, ниже бобровой плотины, встречаются науплиальные и копепоидные стадии веслоногих рачков и в небольшом количестве *Bosmina longirostris*.

Таким образом, большое количество органики, выносимой с заболоченного водосбора в верховьях рек Кологривского заповедника, обуславливает развитие в этих участках зоопланктонного сообщества с преобладанием ветвистоусых рачков. По мере продвижения от истока к устью, количество органических веществ в водотоках несколько снижается, вследствие разбавления речной воды поступающими грунтовыми водами, что отражают основные химические показатели качества воды и уменьшающаяся цветность. Изменение состава воды находит отражение в изменении соотношения систематических групп зоопланктеров, в сторону некоторого сокращения ветвистоусых ракообразных. Одновременно с этим видовой состав зоопланктона малой реки зависит от наличия участков с малым течением и развитыми макрофитами, и от строительной деятельности бобров. Наиболее богатые видами сообщества развиваются в хорошо прогреваемых, заросших высшей водной раститель-

ностью биотопах. Созданию таких рефугиумов способствует зоогенная трансформация речных русел бобрами, которые к тому же способствуют повышению трофического статуса отгороженных плотинами участков.

Работа выполнена при финансовой поддержке со стороны Минобрнауки России в рамках базовой части государственно-го задания.

Список литературы

- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах. Зоопланктон и его продукция. Л.: Изд-во ГосНИОРХ, 1982. 33 с.
- Сиротина М.В., Субботина О.В. Биоиндикация экологического состояния озера Каменик по показателям зоопланктона // Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова. 2014. № 2. С. 23–6.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИХТИОФАУНЫ ВОДОЕМОВ ВЕРХНЕГО ШИШХИДА (ДАРХАТСКАЯ КОТЛОВИНА, МОНГОЛИЯ)

Ю. В. Слынько*, А. Дулмаа**, Ц. Дэмидсэрээтэр**

*Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН,

Россия, 152742, п. Борок, Ярославская обл., Некоузский р-н, e-mail: krylov@ibiw.yaroslavl.ru

**Институт биологии АНМ

Дархатская котловина геологически является переходной зоной от Монгольской возвышенности к Сибирской равнине. Почти по всей территории распространена вечная мерзлота. Характеризуется развитой гидрографической сетью. Главными водотоками являются Верхний и Нижний Шишхид, относящихся к бассейну Енисея. Истоками Шишхида служат реки Гунайн Гол и Мунгургайн Гол. Помимо многочисленных притоков в бассейне р. Шишхид более 600 преимущественно проточных озер. Последние по времени ихтиологические исследования бассейна Шишхида проводились в 1960-х и 1980-х гг. При этом большинство озер и рек, в том числе бассейна Верхнего Шишхида характеризовались, как сиговые водоемы (Дулмаа, Баасанжав, 1973). Как правило, доля сига-пыжьяна и в озерах и в реках достигала 80–90%. В качестве субдоминантов выступали таймень и ленок и обыкновенный голец. Хариус встречался гораздо реже и еще реже сибирский елец. Более того, в бассейне Верхнего Шишхида за все предшествующие десятилетия находки ельца были единичны. В августе 2014 г. нами было произведено обследование рыбного населения в бассейне Верхнего Шишхида: рек Мунгургайн Гол, Хог Гол; оз. урочища Дээд-Цагаан Нур и оз. Дуурэн Нур. Обловы на реках производили мальковой волокушей, в озерах — мальковой волокушей и жаберными сетями. В реках абсолютно доминировали елец и голец, субдоминантами были молодь (1–2+) хариуса, ленка и тайменя. В озерах доминировали хариус, елец и голец, субдоминантами выступали таймень, ленок, изредка встречались щиповка и голец.

Таким образом в водоемах бассейна Верхнего Шишхида наблюдалась существенная перестройка состава ихтионаселения. Сиг-пыжьян полностью выпал из состава, а ранее исключительно редкие елец и хариус стали доминирующими по численности видами. Свой статус в сообществе сохранили только таймень, ленок и голец.

Нами отмечены значительные гидрологические и гидрографические изменения. Реки существенно обмелели, а уровень в озерах снизился почти в два раза. Если 20 и 30 лет назад средние глубины в озерах составляли 4 м, с наибольшими до 16 м, то в настоящее время средние глубины не превышают 1.5 м, а максимальные 2.5 м. Очень высоко илонакопление (толщина мягких илов достигала 1.2–1.6 м). Площадь зарастания в озерах превысила 90% (на момент 20-х чисел августа). Мы полагаем, что именно эти изменения и спровоцировали перестройку структуры рыбного населения.

Список литературы

- Дулмаа А., Баасанжав Г. К биологии промысловых рыб озер Дархатской котловины // Тр. Ин-та биологии АН МНР. 1973. № 7. С. 439–467.

УДК 574.522

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ЗНАЧЕНИЯ pH В РАЗЛИЧНЫХ ОТДЕЛАХ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА РЫБ

¹М. М. Соловьев, ¹Е. Н. Кашинская, ¹Н. А. Бочкарев, ²Л. А. Пестрякова

Институт систематики и экологии животных СО РАН. 630091, г. Новосибирск, ул. Фрунзе 11.

Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова. 677000, г. Якутск, ул. Белинского 58,

¹yarmak85@mail.ru

В работе представлены данные по уровню и распределению физиологических значений pH в желудочно-кишечном тракте различных видов рыб, обитающих в устье р. Каргат (Новосибирская область) и р. Колыма. Кислые значения pH отмечены в желудке у всех желудочных рыб, в то время как в первом отделе кишечника у безжелудочных рыб эти значения pH были в основном нейтральные. В пилорических придатках значения pH близки таковым в переднем отделе кишечника. Для сига, чукучана, серебряного карася, плотвы и ельца обнаружены достоверные ($p < 0.05$) различия в уровне pH между отделами кишечника. При этом у ельца от первого отдела к третьему значения pH увеличиваются, у плотвы — понижаются, а у сига, чукучана и серебряного карася наибольшее значение отмечено во втором отделе.

Введение. Эффективность реализации жизненной стратегии различных организмов, в том числе рыб, во многом зависит от адаптационных возможностей пищеварительной системы. Одна из основных форм адапта-

ции этой системы — регуляция активности, спектра и специфичности пищеварительных ферментов (Уголев, Кузьмина, 1993). При адаптации к условиям среды могут изменяться такие характеристики ферментов, как энергия активации, термостабильность, константа Михаэлиса и максимальная скорость реакции (Уголев, Кузьмина, 1993; Кузьмина, 2005; García-Carpeno, 2002). Один из важных факторов, влияющих на активность пищеварительных ферментов, — значение pH в пищеварительном тракте. По имеющимся данным, для кишечника рыб диапазон значений pH составляет 5.4–9, для желудка 2–7 (Page et al., 1976; Chakrabarti et al., 1995). Однако данных по физиологическим значениям pH в желудочно-кишечном тракте рыб недостаточно. В связи с этим цель нашей работы — определить физиологические значения pH в желудочно-кишечном тракте различных видов рыб.

Материалы и методы. Работу проводили в районе оз. Малые Чаны — устье р. Каргат (Новосибирская область) (54°50'N; 77°40'E) и р. Колыма (69°05'N; 160°08'E). Объектами исследования служили половозрелые особи различных видов рыб. Число особей, сроки исследования, температура воды и глубина водоемов представлены в таблице 1. Вылов рыб проводили разноячеистыми ставными жаберными сетями с размером ячеи 20–70 мм. Сразу после извлечения из сетей рыбу помещали в пластиковые контейнеры с водой и доставляли в лабораторию. В лаборатории измеряли стандартную длину тела S_t . Рыб умерщвляли ударом по голове, после чего немедленно извлекали желудочно-кишечной тракт. У рыб разных видов в зависимости от строения пищеварительного тракта значения pH определяли в желудке, пилорических придатках и кишечнике, разделенном на три отдела (передний, средний и задний). В V-образном желудке сиговых рыб значения pH определяли в обоих отделах. В каждой отделе проводили по 2–3 измерения. Для получения более полных результатов по уровням pH у рыб с длинным кишечником (серебряный карась *Carassius gibelio* и обыкновенный чукучан *Catostomus catostomus*) в каждом отделе проводили по 6 и 8 измерений у первого и второго соответственно. Измерения pH осуществляли при комнатной температуре в течение 5–10 мин. после вскрытия. Определение значений pH проводили с помощью портативного pH-метра (Hanna instruments HI 8314) с диаметром микроэлектрода 3 мм (HI 1083 В). Результаты представлены в виде среднего и его ошибки. Достоверность различий между разными отдами определяли с помощью ANOVA с последующим post hoc сравнением ($p < 0.05$).

Таблица 1. Объекты исследования и условия сбора материала

Вид рыб	Число особей	Водоем	Год	Месяц	Температура воды, °C
<i>Esox lucius</i>	3	р. Каргат	2011–2014	апрель–май июнь–август октябрь	8–12 20–25 6–8
<i>Perca fluviatilis</i>	39				
<i>Sander lucioperca</i>	5				
<i>Leuciscus leuciscus</i>	47				
<i>L. idus</i>	25				
<i>Rutilus rutilus</i>	44				
<i>Cyprinus carpio</i>	11				
<i>Carassius gibelio</i>	55				
<i>C. carassius</i>	3				
<i>E. lucius</i>	1	р. Колыма	2014	Июль	12–14
<i>Acipenser baerii</i>	7				
<i>Catostomus catostomus</i>	7				
<i>Coregonus nasus</i>	9				
<i>C. pidshian</i>	11				
<i>C. peled</i>	3				

Результаты. Проведенные исследования показали значительную вариабельность уровня pH на протяжении желудочно-кишечного тракта у различных видов рыб (табл. 2). Наибольший разброс в уровнях pH отмечен в желудке: от 1.54 у *Coregonus pidshian* до 7.34 у *Perca fluviatilis*. Для всех исследованных видов рыб, имеющих желудок, установлена не только межвидовая, но и внутривидовая изменчивость этого показателя. Поэтому в таблице 2 для желудков, наряду со средними значениями, представлены минимальные и максимальные показатели. Например, в желудке окуня уровень pH варьировал от 2.7 до 7.34. У сиговых рыб желудок имеет V-образное строение. При сравнении средних значений pH в первом отделе желудка этих рыб в большинстве случаев отмечены более низкие значения по сравнению с таковыми во втором отделе. Однако сравнение минимальных и максимальных показателей, зарегистрированных в этих отделах, свидетельствует об отсутствии в них значительных различий в уровнях pH.

У рыб с пилорическими придатками уровень pH в них по сравнению с таковым желудка достоверно повышался. Для большинства видов рыб не установлено достоверных различий в уровнях pH в разных отделах кишечника. Достоверные изменения ($p < 0.05$) отмечены у сига, чукучана, серебряного карася, плотвы и ельца. При этом у ельца от первого отдела к третьему значения pH увеличивались, у плотвы — понижались, а у сига, чукучана и серебряного карася наибольшее значение отмечено во втором отделе (табл. 2).

Обсуждение. К настоящему времени накоплен значительный фактический материал, касающийся исследований значений pH в пищеварительном тракте различных видов рыб. На значения pH в пищеварительном тракте рыб может оказывать влияние множество факторов, таких как буферная емкость и состав пищи (Lobel, 1981), стадия пищеварения (Hlorphe, 2014), строение желудка, время нахождения пищи в отделе пищеварительного тракта (Moriarty, 1973), режим питания, pH воды (Maier, 1984), температура, уровень метаболизма (Page, 1976), соленость, фотопериод, сезонность (Maier, 1984), стресс (Moriarty, 1973) и стадия развития животного (Walford, 1993).

Таблица 2. Значения pH в пищеварительном тракте рыб (среднее ± ошибка среднего)

Вид рыб	водоем	Отдел желудочно-кишечного тракта						Среднее в кишке
		желудок	Пилорические придатки	Отрезок кишечника				
				1	2	3		
<i>Esox lucius</i>	оз. Чаны	6.2 (4.65-6.84)	—	6.23±0.07	6.19±0.05	6.27±0.09	6.23±0.07	
	р. Колыма	3.92	—	6.39	6.78	6.84	6.67	
<i>Perca fluviatilis</i>	оз. Чаны	4.16 (2.7-7.34)	6.67±0.07	6.59±0.05	6.67±0.05	6.67±0.04	6.64±0.05	
<i>Sander lucioperca</i>	оз. Чаны	5.72 (4.7-7.3)	6.75±0.09	6.72±0.06	6.81±0.09	6.91±0.19	6.81±0.11	
<i>C. carassius</i>	оз. Чаны	—	—	6.97±0.09	7.00±0.11	7.18±0.18	7.04±0.13	
<i>C. gibelio</i>	оз. Чаны	—	—	6.84±0.03	6.93±0.03	6.84±0.03	6.87±0.03	
<i>Cyprinus carpio</i>	оз. Чаны	—	—	6.63±0.04	6.58±0.03	6.59±0.05	6.60±0.04	
<i>Leuciscus idus</i>	оз. Чаны	—	—	7.12±0.04	7.29±0.05	7.18±0.06	7.20±0.05	
<i>L. leuciscus</i>	оз. Чаны	—	—	7.18±0.05	7.40±0.07	7.25±0.05	7.28±0.06	
<i>Rutilus rutilus</i>	р. Колыма	—	—	7.23±0.08	7.51±0.08	7.55±0.05	7.43±0.05	
	оз. Чаны	—	—	7.12±0.05	7.31±0.05	6.97±0.04	7.14±0.04	
<i>Acipenser baerii</i>	р. Колыма	3.9(2.09-6.79)*	—	6.54±0.06	6.56±0.05	6.49±0.06	6.5±0.05 /7±0.06**	
<i>Catostomus catostomus</i>	р. Колыма	—	—	6.57±0.04	7.23±0.09	7.07±0.07	6.95±0.07	
<i>Coregonus nasus</i>	р. Колыма	5.64(2.17-6.91)	НД	6.86±0.08	6.93±0.07	6.85±0.05	6.86±0.07	
<i>C. pidschian</i>	р. Колыма	5.00(2.12-6.88)	НД	7.41±0.06	7.62±0.06	7.47±0.05	7.50±0.06	
<i>C. peled</i>	р. Колыма	6.12(4.92-6.73)	НД	7.27±0.11	7.45±0.13	7.22±0.08	7.31±0.11	

Примечание: * — в скобках даны минимальные и максимальные значения; ** — значение рН в спиральном клапане; “—” — нет отдела; НД — нет данных

Примечание: * — в скобках даны минимальные и максимальные значения; ** — значение pH в спиральном клапане; “–” — нет отдела; НД — нет данных

Наибольшая вариабельность значений pH отмечается для желудка, где значения могут варьировать от сильно кислых (1.5–2) до слабощелочных (7–8) в течение достаточно короткого времени. Для кишечника такие значительные скачки pH не наблюдаются, диапазон значений находится в более узкой области (6–9). Также многими исследователями показана достоверная вариабельность значений pH для разных частей желудка и отделов кишечника. Например, у некоторых тилапий и *Acanthurus nigrofusus* в дорсальной части желудка значения pH были ниже, нежели в его вентральной части (Payne, 1978; Montgomery, 1988). По сравнению с желудком в кишечнике отмечены различные варианты распределения значений pH. У *Acanthurus nigrofusus*, *Tilapia nilotica* наблюдалось постепенное увеличение значений pH от первой части кишечника к последней (Moriarty, 1973; Montgomery, 1988), у *Dicentrarchus labrax* отмечена обратная зависимость (Eshel, 1993) и, наконец, при исследовании трех видов растительноядных сомов не обнаружено достоверных различий между различными отделами кишечника (Donovan, 2009). Многие исследователи отмечают резкое снижение pH в ректальном отделе, что согласуется с нашими данными. Из всех исследованных нами видов, лишь у сига, чукучана, серебряного карася, плотвы и ельца были обнаружены достоверные ($p < 0.05$) различия в уровнях pH между отделами кишечника. При этом у ельца от первого отдела к третьему значения pH увеличивались, у плотвы — понижались, а у сига, чукучана и серебряного карася наибольшее значение отмечено во втором отделе (табл. 2).

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-04-32331 мол_а

Список литературы

- Кузьмина В.В. Физиолого-биохимические основы экзотрофии рыб. М.: Наука, 2005. 300 с.
- Уголев А.М., Кузьмина В.В. Пищеварительные процессы и адаптации у рыб. СПб.: Гидрометеиздат. 1993. 238 с.
- Alarcon F.J., Diaz M., Moyano F.J., Abellan E. Characterization and functional properties of digestive proteases in two sparids; gilthead seabream (*Sparus aurata*) and common dentex (*Dentex dentex*) // Fish Physiology and Biochemistry. 1998. V. 19. P. 257–267.
- Chakrabarti I., Gani Md.A., Chaki K.K., Sur R. Misra K.K. Digestive enzymes in 11 freshwater teleost fish species in relation to food habit and niche segregation // Comparative Biochemistry and Physiology A. 1995. 112, № 1. P. 167–177.
- Donovan G.P. Bittong. R.A. Digestive enzyme activities and gastrointestinal fermentation in wood-eating catfishes // Journal of Comparative Physiology B. 2009. 179. P. 1025–1042.
- Eshel A., Lindner P., Smirnoff P., Newton S., Harpaz S. Comparative study of proteolytic enzymes in the digestive tracts of the european sea bass and hybrid striped bass reared in freshwater // Comparative Biochemistry and Physiology A. 1993. 106. № 4. P. 621–634.
- Garcia-Carreno, F. L. Albuquerque-Cavalcanti C., Angeles Navarrete del Toro M., Zaniboni-Filho E. Digestive proteinases of *Brycon orbignyanus* (Characidae, Teleostei): characteristics and effects of protein quality // Comparative Biochemistry and Physiology. 2002. V. 132 B. P. 343–352.
- Hlophe S.N., Moyo N.A.G., Ncube I. Postprandial changes in pH and enzyme activity from the stomach and intestines of *Tilapia rendalli* (Boulenger, 1897), *Oreochromis mossambicus* (Peters, 1852) and *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) // Journal of Applied Ichthyology. 2014. 30. P. 35–41.
- Lobel P.S. Trophic biology of herbivorous reef fishes: alimentary pH and digestive capabilities // Journal of Fish Biology. 1981. 19. P. 365–397 с.
- Maier K.J. Tullis R.E. The effects of diet and digestive cycle on the gastrointestinal tract pH values in the goldfish, *Carassius auratus* L., *Mozambique tilapia*, *Oreochromis mossambicus* (Peters), and channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque) // Journal of Fish Biology. 1984. 25. P. 151–165.
- Montgomery W.L., Pollak P.E. Gut anatomy and pH in a Red sea surgeonfish, *Acanthurus nigrofusus* // Marine Ecology Progress Series. 1988. 44. P. 7–13.
- Moriarty D.J.W. The physiology of digestion of blue-green algae in the cichlid fish, *Tilapia nilotica* // Journal of Zoology. 1973. 171. P. 25–39.
- Page J.W., Andrews J.W. Murai T., Murai M.W. Hydrogen ion concentration in the gastrointestinal tract of channel catfish // Journal of Fish Biology. 1976. 8. P. 225–228.
- Payne A.I. Gut pH and digestive strategies in estuarine grey mullet (Mugilidae) and tilapia (Cichlidae) // Journal of Fish Biology. 1978. 13. P. 627–629.
- Walford J., Lam T.J. Development of digestive tract and proteolytic enzyme activity in seabass (*Lates calcarifer*) larvae and juveniles // Aquaculture. 1993. 109. P. 187–205.

УДК 556.531.4

КАЧЕСТВО ВОД МАЛЫХ РЕК НА ТЕРРИТОРИИ ЯРАКТИНСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (СЕВЕР ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ)

Л. М. Сороковикова, В. Н. Синюкович, И. И. Мариняте, Н. А. Онищук, Н. В. Башенхаева, И. В. Томберг, Н. П. Сезько, Т. В. Ходжер

Лимнологический институт СО РАН, 664033, г. Иркутск, Уланбаторская, 3. lara@lin.irk.ru

На основе гидрохимических исследований 2004–2012 гг. показана сезонная динамика концентраций главных ионов, биогенных элементов, различных органических соединений и тяжелых металлов в воде в местах расположения объектов промышленного освоения Ярактинского месторождения, пересечения рек нефте- и газопроводами. Концентрации нормируемых компонентов: сульфатов, хлоридов, минерализации, нефтепродуктов и бенз[а]пирена в речных водах не превышают норм ПДК для водоемов нецентрализованного водоснабжения.

Ключевые слова: нефтегазоконденсатное месторождение, главные ионы, биогенные элементы, органические соединения, тяжелые металлы, качество вод.

We studied the seasonal dynamics of concentrations of the main ions, nutrients, various organic compounds and heavy metals in the water at the locations of industrial development of Yarakinskoe the field, crossing rivers of oil and gas pipelines on the basis of hydrochemical studies 2004–2012 gg. Concentrations of sulphate, chloride, oil products and benzapyrene did not exceed maximal permissible levels in the river waters established for water bodies of noncentralised water supply.

Keywords: oil, gas and condensate field, major ions, nutrients, organic compounds, heavy metals, water quality.

Введение. В последнее десятилетие использование природных ресурсов, а именно добыча нефти и газа, на севере Иркутской области постоянно увеличивается, что предопределяет необходимость мониторинга состояния окружающей среды. Ярактинское нефтегазоконденсатное месторождение (НГКМ) расположено в северной части Усть-Кутского и южной части Катангского районов Иркутской области.

Цель работы: исследование химического состава и оценка качества вод в районе Ярактинского НГКМ в период промышленного освоения.

Материалы и методы. Комплексные гидрологические и гидрохимические исследования рек на территории Ярактинского НГКМ проводятся Лимнологическим институтом СО РАН с 2004 г. Пробы воды отбираются в реках и ручьях вдоль нефте- и газопроводов выше и ниже пересечения ими водотоков, а также в районах влияния площадок бурения и промышленной добычи нефти.

Определение катионов выполнено атомно-абсорбционным и пламенно-эмиссионным методами; анионов — методом ВЭЖХ; биогенных элементов и перманганатной окисляемости в соответствии с методами (Руководство ... 1977, 2009; Барам и др., 1999). Концентрации полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) определялись методом хромато-масс-спектрометрии (Gorshkov et al., 2004). Измерение массовой концентрации нефтепродуктов проводили на приборе «Флюорат-02».

Результаты и их обсуждение. *Гидрологическая характеристика.* Ярактинское месторождение занимает территорию в 952 км² на водосборной территории р. Ниж. Тунгуски и ее притока р. Непы, принадлежащих к бассейну р. Енисей. Наиболее крупными водотоками на площади месторождения являются левобережные притоки Ниж. Тунгуски — рр. Яракта (длина 49 км, площадь бассейна 323 км²) и Гульмок (51 км, 330 км²). Кроме них непосредственно в Ниж. Тунгуску также с левого берега впадают более мелкие водотоки — Лев. Заил, Чалбаман, Гаринда и Тынганчак, длиной 23–26 км. Основные притоки Яракты — Турка, Селегчекит и Тыгдолокит впадают в нее справа и имеют длину 12–14 км.

Притоки р. Непы, среди которых наиболее крупным является р. Душев (25 км), протекают в северной части территории месторождения.

Коэффициент густоты речной сети в бассейнах рек рассматриваемого района составляет 0.33–0.65 км/км². Средние уклоны рек изменяются от 2,3 до 10‰. Поймы слабо развиты. Плановые деформации речных русел малы.

Водный режим рек территории не изучен и может быть освещен по материалам близлежащих изученных водотоков (Ресурсы ..., 1973; Многолетние ..., 1985; Оценка ..., 2002). Гидрометрическими наблюдениями освещены только основные реки — Ниж. Тунгуска (Верхнекарелино) и Непы (Ика). Указанные пункты наблюдений на них в общих чертах отражают основные особенности водного режима рек исследуемой территории. Близкие природные условия территории обуславливают синхронность колебаний водности ее рек. Основная доля годового стока (70–90%) проходит в теплый период. В июле–сентябре наблюдаются 2–3 подъема воды. Паводки бывают весьма значительными, но по своим максимумам уступают весеннему половодью. Осенью наступает продолжительный меженный период, на долю которого приходится 6–10% годового стока. На средних и малых реках в зимнее время образуются наледи. В этот период наблюдается самый низкий сток рек. Среднегогодовой минимальный зимний 30-суточный сток составляет 0.5–1.0 л/с с км². Вскрытие рек обычно происходит во второй и третьей декаде апреля. На больших и средних реках при этом формируются заторы. Весенний подъем воды над зимним меженным уровнем составляет 105–595 см (Ресурсы ..., 1973). Особенности водного режима рек определяются распространением многолетней мерзлоты. Многолетнемерзлые породы приурочены, как правило, к заболоченным участкам долин рек и ручьев, имеющим мощный моховой покров. Мощность мерзлых толщ в районе составляет от 2 до 20 м, реже достигая 50–60 м. Глубина сезонного промерзания пород колеблется от 2 до 2.5 м.

Минерализация воды и концентрации главных ионов. Ввиду отдаленности территории исследования химического состава вод в регионе в основном проводились на гидрологических постах Росгидромета — на р. Ниж. Тунгуске, в бассейне которой расположено месторождение. Минерализация вод р. Ниж. Тунгуски в верхнем течении во время половодья и высоких паводков изменяется в пределах 30–100 мг/дм³, повышаясь в нижнем течении зимой до 410–520 мг/дм³ и до 1200 мг/дм³ в среднем течении (Сорокикова, Денисова, 1985). На содержание и относительный состав главных ионов речных вод в районе исследования значительное влияние оказывают подземные воды, минерализация которых колеблется от 0.5 до 3 г/дм³ (Ресурсы ..., 1973).

Минерализация воды в реках на территории Ярактинского НГКМ в период исследования изменялась в пределах: р. Гульмок — 266–366 мг/дм³, р. Селегчекит — 149–262 мг/дм³, р. Тынганчак — 241–293 мг/дм³, р. Яракта — 176–306 мг/дм³, р. Турка — 99–122 мг/дм³, р. Тыгдолокит — 326 мг/дм³. Наиболее низкая минерализация и концентрация главных ионов наблюдались в воде р. Турка, высокая — в р. Гульмок. Изменение минерализации воды и концентраций главных ионов в водотоках определяются сезонной динамикой водного стока и поступлением высокоминерализованных подземных вод. Минерализация вод в пробах, отобранных выше и ниже газопровода и нефтепровода, а также в местах расположения промышленных объектов, различается незначительно. По составу главных ионов вода всех исследованных рек относится к гидрокарбонатному классу, группе кальция. Воды слабощелочные, величина pH изменялась от 7.46 до 8.90. Влияния антропогенных факторов на содержание главных ионов и минерализацию речных вод не установлено. Межгодовые изме-

нения концентраций главных ионов и минерализации воды в исследованных реках близки, что свидетельствует о стабильности условий формирования химического состава в зоне промышленных разработок. Превышения норм ПДК (Вода ..., 2004) главных ионов и минерализации для водоемов нецентрализованного водоснабжения в речных водах не установлено.

Биогенные элементы и органические соединения. Концентрации биогенных элементов в реках изменялись в широких пределах. Нитратного азота от 0.005 до 0.47 мг/дм³, аммонийного азота — от 0.15 до 0.71 мг/дм³, минерального фосфора — от 0.001 до 0.115 мг/дм³. Повышенные концентрации аммонийного азота и фосфатов отмечены в воде рек Селегчекит, Турка, Тынганчак, что обусловлено природными условиями на водосборах (заболоченность территории). Анализ результатов показал, что в осенне-зимний период концентрации нитратного азота и фосфора в воде выше, максимальные их концентрации отмечены в конце зимнего периода (апрель). Повышенное содержание аммонийного азота наблюдалось во время летних паводков, что связано с его поступлением с водосбора. Содержание биогенных элементов в воде выше и ниже прохождения газопровода и нефтепровода в основном близки, т.е. влияния этих объектов на содержание данных ингредиентов в речных водах в настоящее время не регистрируется. В соответствии с нормами СанПиН (Вода ..., 2004) содержание биогенных элементов в воде не превышает ПДК для водоемов нецентрализованного водоснабжения.

Общее содержание органического вещества оценивалось по изменению в воде величин перманганатной и бихроматной окисляемости. Перманганатная окисляемость в речных водах изменялась от 1.3 до 11.7 мг О/дм³. Ее значения не превышали норм ПДК для водных объектов рыбохозяйственного назначения (Перечень ..., 2010). В июле 2012 г. величина перманганатной окисляемости была заметно выше, чем в другие годы. Так, в воде р. Тынганчак колебалась в пределах 2.6–3.7 мг О/дм³, в 2012 г. равнялась 7.9 мг О/дм³. Межгодовые различия величины перманганатной окисляемости связаны с изменением водности и поступлением органических веществ с водосборов рек. ПДК органических соединений по перманганатной окисляемости для вод нецентрализованного водоснабжения не должны превышать 7 мг О/дм³, в воде исследованных рек ее значения во время половодья могут превышать ПДК, что связано с поступлением органических веществ с заболоченных водосборов (Вода ..., 2004).

Содержание нефтепродуктов в водотоках на исследуемой территории в большинстве исследованных проб воды регистрировались на уровне чувствительности используемого метода. Их концентрации изменялись от < 0.005 до 0.029 мг/дм³. Повышенные концентрации нефтепродуктов отмечались выше нефтепровода в воде рек Тынганчак, Гульмок и Селегчекит, но они не превышали норм ПДК для водных объектов нецентрализованного водоснабжения (0.1 мг/дм³) и рыбохозяйственного назначения (0.05 мг/дм³) (Вода ..., 2004; Перечень ..., 2010).

Сумма приоритетных 16 полиароматических углеводородов (ПАУ) в период наблюдений в зависимости от сезона изменялась в пределах в воде р. Гульмок 9–93 нг/дм³, р. Селегчекит — 6.5–32 нг/дм³, р. Тынганчак — 7.7–231 нг/дм³, р. Аян — 18–160 нг/дм³, р. Яракта — 5–45 нг/дм³, р. Турка — 9–26 нг/дм³. Повышенные концентрации ниже прохождения нефтепровода были зафиксированы в р. Тынганчак, на остальных реках концентрации выше и ниже нефте- и газопроводов в основном близки. Основной вклад в сумму ПАУ в районе месторождения вносят «легкие» углеводороды (нафталин, флуорен, фенантрен), источник которых природная нефть. Концентрации «тяжелых» углеводородов в том числе бенз[а]пирена — сильного канцерогена, нормируемого в России, регистрировались на уровне чувствительности используемого метода. Европейским агентством по окружающей среде в природных водах контролируется суммарное содержание шести ПАУ: (бенз[а]пирен, бенз[б]флуорантен, бенз[к]флуорантен, бенз[г, h, i]периллен, индено[1,2,3-с, d]пирен, флуорантен), которое не должно превышать 200 нг/дм³ (Keith, 1981). В воде исследованных рек суммарное содержание этих соединений не превышало 6 нг/дм³.

Микроэлементы. Концентрации микрокомпонентов в воде исследованных рек изменяются в широких пределах (табл.), что связано с природными процессами: изменением водности, заболоченностью территории, поступлением подземных вод. Наиболее высокие концентрации практически всех микрокомпонентов отмечены в р. Гульмок, что может быть связано с влиянием высокоминерализованных подземных вод. В отдельные периоды в речных водах отмечены повышенные концентрации цинка, марганца, но их содержание не превышает ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения (Перечень ..., 2010).

Таблица. Пределы концентраций микроэлементов в воде рек Ярактинского НГКМ, мкг/дм³

Место отбора	Al	V	Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
Гульмок выше нефтепровода	2–66.4	0.5–2.1	0.1–3.67	8.8–30.4	1.3–5.73	0.5–1.24	5.6–40.65	0.08–0.96	0.05–0.23
Гульмок ниже нефтепровода	2–55.6	0.5–2.1	0.1–3.15	11.0–31.9	1.2–5.49	0.5–1.11	4.8–29.04	0.08–0.81	0.05–0.15
Селегчекит выше газопровода	2–50.7	0.1–0.4	0.1–3.32	8.5–10.9	1.1–5.16	0.3–1.87	1.2–2.53	0.06–0.57	0.05–0.05
Селегчекит ниже газопровода	1–41.0	0.1–0.7	0.1–3.59	25.9–31.2	1.3–6.70	0.3–1.63	1.5–4.33	0.06–0.86	0.05–0.13
Тынганчак выше нефтепровода	1–26.3	1.2–1.8	0.1–2.21	9.5–10.8	2.3–4.96	0.1–0.79	2.5–6.70	0.05–0.94	0.05–0.10
Тынганчак ниже нефтепровода	1–21.1	1.2–1.4	0.1–1.86	8.5–9.1	2.8–6.76	0.1–0.58	2.4–5.16	0.05–0.70	0.05–0.05
Яракта ниже нефтепровода	1–26.3	0.6–1.7	0.01–2.36	4.5–12.1	0.5–5.29	0.5–1.87	1.2–3.99	0.05–0.95	0.01–0.15
Турка ниже газопровода	1–47.4	0.1–0.6	0.01–2.55	8.4–20.9	0.8–5.71	0.6–1.29	1.2–3.77	0.05–0.82	0.02–0.15
ПДК р/х*	40	1	70	10	10	1	10	5	6

* — ПДК рыбохозяйственного назначения.

Закключение. В результате проведенных гидрохимических исследований оценено качество речных вод на территории Ярактинского НГКМ. Наблюдаемая динамика главных ионов, биогенных элементов, различных

органических соединений и тяжелых металлов в воде носит сезонный характер и определяется природными факторами. В местах перехода через реки нефте- и газопроводов, а также площадочных объектов, изменения качества вод не отмечено.

Содержание анализируемых химических компонентов, в том числе нефтепродуктов, в воде не превышает норм ПДК для водоемов нецентрализованного водоснабжения. Исключение составляет повышение ПАУ до 231 нг/дм³ в р. Тынганчак ниже прохождения нефтепровода. В многолетнем аспекте химический состав и качество вод остаются стабильными, однако дальнейшее промышленное освоения месторождения и рост хозяйственной нагрузки определяют необходимость совершенствования мониторинга состояния речных вод его территории.

Список литературы

- Барам Г.И., Верещагин А.Л., Голобокова Л.П. Применение микроколоночной высокоэффективной жидкостной хроматографии с УФ-детектированием для определения анионов в объектах окружающей среды // Аналитическая химия. 1999. Т. 54. № 9. С. 962–965.
- Вода. Санитарные правила, нормы и методы безопасного водопользования населения. М.: ИнтерСЭН, 2004. 754 с.
- Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т. 1. Вып. 12. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 464 с.
- Оценка воздействия на окружающую среду при строительстве внутрипромысловой системы сбора и транспортировки нефти на Ярактинском месторождении. 2002 г.
- Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. М.: Изд-во ВНИРО, 2010. 304 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.16. Вып. 1. Л.: Гидрометеиздат, 1973.
- Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 534 с.
- Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Л., Гидрометеиздат, 2009. 1150 с.
- Сороковикова Л.М., Денисова А.И. Гидрохимическая характеристика р. Нижняя Тунгуска и элементы прогноза химического состава Туруханского водохранилища // Моделирование процессов гидросферы, атмосферы и ближнего космоса. Новосибирск: Наука, 1985. С. 47–52.
- Gorshkov A.G., Marinaite I.I., Zhamsueva G.S. et al. Benzopyrene isomer ratio in organic reaction of aerosols over water surface of Lake Baikal // Journal of Aerosol Science. 2004. V. 2. P. 1059–1060.
- Keith L.H. Organic pollutants in water: identification and analysis // Environmental Science and Technology. 1981. V. 15. P. 156–162.

УДК 574.633(282.247.323)

СИНГЕНЕЗ ВОДОХРАНИЛИЩ МАЛЫХ РЕК СЕВЕРО-ВОСТОКА УКРАИНЫ

М. Ю. Старовойтова

Национальный педагогический университет имени М.П. Драгоманова,
ул. Пирогова, 9, г. Киев, Украина, 01601, e-mail: kollikoshm@mail.ru

Исследования сингенеза водохранилищ малых рек северо-востока Украины выполнены в период с 2009–2014 гг. Водохранилища отличаются особенностями, которые зависят от характера донных отложений и колебания уровня воды. В работе охарактеризованы первичные и вторичные сингенетические смены растительности. Приведены схемы зарастания водохранилищ.

Ключевые слова: сингенез, водохранилище, северо-восток Украины высшая водная растительность (ВВР), схемы зарастания.

SYNGENESIS RESERVOIRS OF SMALL RIVERS NORTH-EASTERN OF UKRAINE

M. Yu. Starovoiatova

M.P. Dragomanov National Pedagogical University

Research syngeneses reservoirs small rivers north-eastern Ukraine made in the period from 2009 to 2014 years. Reservoir different features, that depend on the nature of sediments and water level fluctuations. The paper described the primary and secondary vegetation change syngenetic. Schemes are overgrowing reservoirs.

Keywords: syngeneses, reservoir, north-east of Ukraine, higher aquatic vegetation (HAV), shems overgrowing.

Сингенетические изменения (процесс зарастания) являются движущей силой прохождения будущих сукцессионных процессов, которые, в свою очередь, определяют дальнейшее развитие водных экосистем водохранилищ. В современных условиях антропогенного воздействия на акватории исследуемого региона изучение зарастания является актуальным, поскольку сингенез имеет свои особенности, которые обусловлены колебанием уровня воды, структурой донных отложений и степенью антропогенной трансформации прибрежных территорий (Дубина, 2006). Зарастание водохранилищ ускоряет их обмеление и потери функций.

Сингенез начинается в первый год заполнения водохранилищ с появления растений - пионеров зарастания, далее происходит их расселение и формирование зарослей. В последующие годы эти заросли проникают другие виды, что со временем приводит к формированию поясов растительности.

На водохранилищах более распространен первичный сингенез и менее — вторичный. Первичный сингенез характерен для мелководий вновь образованных водоемов. Вторичный — прибрежных участков нарушенных экотопов в результате спуска воды, где происходит восстановление высшей водной растительности (ВВР). Сукцессии проходят путем последовательных изменений групп видов (Дубина, 2006).

Сингенез водохранилищ малых рек северо-востока Украины до сих пор оставался не изучен. Целью работы является изучение и анализ особенностей зарастания территорий водохранилищ региона в современных условиях их функционирования.

Процессы зарастания водохранилищ малых рек изучались на ключевых участках в течении 2009–2014 гг. путем установления сукцессионных связей на основе изучения пространственных (эколого-ценотических) рядов (Александрова, 1964).

Водохранилища малых рек северо-востока Украины чаще долинного типа со значительным количеством мелководных зон, толщей воды от 0.5 до 1.2 (3) м, песчаными и песчано-илистыми донными отложениями, значительным колебанием уровня воды за вегетационный период. Водохранилища отличаются по характеру и скорости зарастания

Сингенез характерен для прибрежных участков мелководных зон защищенных от ветра с постоянным или переменным уровнем воды, песчано-илистыми и илистыми донными отложениями, толщей воды 2 м и более (первый тип зарастания), а также для вновь образованных алювиальных участков островного типа (второй тип зарастания).

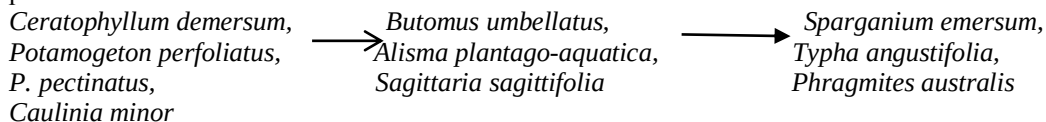
Первый тип зарастание мелководий начинается с формирования одновидовых зарослей *Glyceria fluitans* (L.) R.Br., *Butomus umbellatus* L., *Sagittaria sagittifolia* L., *Typha angustifolia*, *Phragmites australis*. В течении 3–5 лет на открытых проточных участках они формируют прибрежные полосы. На защищенных участках мелководий формируются куртины с подальшим мозаическим типом зарастания. В местах с толщей воды 0.6–1 м появляются отдельные куртины настоящих водных растений — *Potamogeton perfoliatus* L., *P. pectinatus* L., *Ceratophyllum demersum* L., *Batrachium trichophyllum* (Chaix) Bosch, которыми на протяжении 3–5 лет зарастают открытые слабопроточные площадки.

Зарастание мелководных территорий водохранилищ, расположенных на территориях бывших пойменных участков рек водохранилищ, происходит чаще с участием *Ceratophyllum demersum*, *Nuphar lutea* (L.) Smith, *Nymphaea alba* L., *Potamogeton natans* L. Эти участки в течении 3–5 лет увеличивают свои площади в которые проникают воздушно-водные растения — *Sagittaria sagittifolia*, *Butomus umbellatus*, *Alisma plantago-aquatica*.

Защищенные от ветра участки мелководий с толщей воды до 0.6 м зарастают *Alisma plantago-aquatica*, *Acorus calamus* L., *Eleocharis palustris* (L.) Roem. Et Schult.

На защищенных участках мелководий и в заливах с толщей воды 0.6–1.5 (2) м формируются заросли из *Potamogeton lucens* L., *Caulinia minor* (All.) Coss. Et Germ, *Potamogeton perfoliatus*, *Persicaria amphibian* (L.) Dularbre, *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*, *Potamogeton natans*. На 5–7 год зарастания отмечается преобладание на подобных участках воздушно-водных видов *Typha angustifolia*, *Phragmites ausrtralis*.

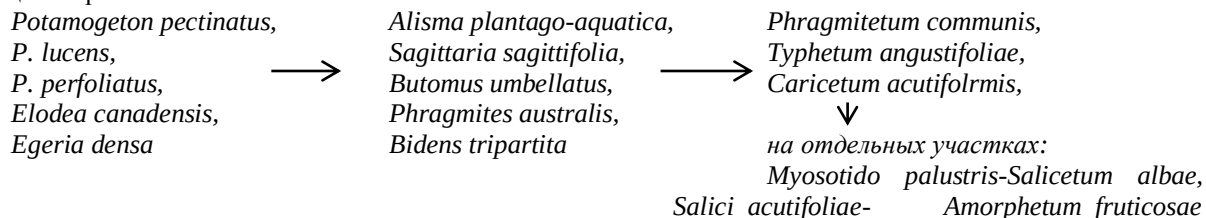
Обобщенную схему зарастания мелководных участков водохранилищ можно отобразить следующим образом:



Второй тип зарастание мелководий начинается с формирования одновидовых зарослей, которые произрастают в толще воды — *Potamogeton pectinatus*, *P. lucens*, *P. perfoliatus*, *Elodea canadensis* Michx., *Egeria densa* Planchon. Со временем, через 3–5 лет при постепенном поднятии рельефа дна в растительных группировках появляются виды воздушно-водной растительности — *Alisma plantago-aquatica*, *Sagittaria sagittifolia*, *Butomus umbellatus*, *Phragmites australis*, *Bidens tripartita* L. На конечной стадии формируются ценозы болотистых лугов — *Phragmitetum communis* (Gams 1927) Schmale 1939, *Typhetum angustifoliae* Pignatti 1953, *Caricetum acutiformis* Egger 1933, а на отдельных участках — пойменно-кустарниковой *Myosotido palustris-Salicetum albae* Shevchyk et. V.Sl. 1996, *Salici acutifoliae-Amorphaetum fruticosae* Sentschlyo et. al. 1937.

Зарастание вновь образованных алювиальных участков (островного типа) имеют определенные особенности. Они обусловлены разной интенсивностью формирования алювиальных наносов и соответственно скоростью вертикального нарастания поверхности дна водоема.

Обобщенную схему вновь образованных алювиальных участков (островного типа) можно отобразить следующим образом:



Обобщенно сингенез можно охарактеризовать как процесс изменения, происходящий при заселении растением новых территорий или после уничтожения ранее существовавшей растительности, а также при внедрении в сложившиеся ценозы новых для них видов растений.

На нарушенных экотопах в результате спуска воды, где происходит восстановление исходной растительности характерен вторичный сингенез. Ведущим фактором выступают гидрорежим и интенсивность формирования экотопов (Дунайский ..., 2003). Смены проходят через стадии образования несформированных сообществ, формирования моновидовых зарослей, а также на завершальной стадии сообществ соответствующих экологическим условиям местопроизрастаний (Жмуд, 2000).

Возобновление ВБР у водохранилищах после спуска воды начинается с их зарастания воздушно-водными растениями *Alisma plantago-aquatica*, *Ranunculus sceleratus* L., *Agrostis stolonifera* L. Их численность резко увеличивается в последние годы.

На обводненных участках с толщей воды 0.3–0.5 м формируются моновидовые заросли из *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton natans*, *Nuphar lutea*, *Potamogeton crispus*. На следующий год они занимают более 20% водоема. На прибрежных участках водохранилищ в зарастании берут также участие *Eleocharis palustris*, *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla, *Scirpus lacustris* L., *Typha latifolia*, *Phragmites australis*. Они образуют отдельные куртины. Береговые участки зарастают *Bolboschoenus maritimus*, *Typha latifolia*, *Phragmites australis*.

Обобщенную схему зарастания ВБР у водохранилищах после спуска воды можно отобразить следующим образом:

Обмелевшие мелководия:

<i>Alisma plantago-aquatica</i> ,		<i>Butomus umbellatus</i> ,
<i>Ranunculus sceleratus</i> ,	→	<i>Sagittaria sagittifolia</i> ,
<i>Agrostis stolonifera</i>		<i>Sparganium emersum</i>

На прибрежных участках:

<i>Eleocharis palustris</i> ,		<i>Bolboschoenus maritimus</i> ,
<i>Bolboschoenus maritimus</i> ,		<i>Typha latifolia</i> ,
<i>Scirpus lacustris</i> ,	→	<i>Phragmites australis</i>
<i>Typha latifolia</i> ,		
<i>Phragmites australis</i>		

Восстановление ВБР при полном ее уничтожении ранее (в результате дноуглубленных работ) сначала происходит путем формирования пионерных ценозов из *Alisma plantago-aquatica*, *Oenanthe aquatica* (L.) Poir., *Butomus umbellatus*. Через 5–7 лет образуются мозаично размещенные заросли воздушно-водных и погруженных водных растений из *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Sparganium emersum* Rehm, *Ceratophyllum demersum*, *Najas marina* L.

Обобщенную схему восстановления ВБР водохранилищ при полном ее уничтожении можно отобразить следующим образом:

<i>Alisma plantago-aquatica</i> ,		<i>Phragmites australis</i> ,
<i>Oenanthe aquatica</i> ,	→	<i>Typha angustifolia</i>
<i>Butomus umbellatus</i> ,		
<i>Sparganium emersum</i> ,		
<i>Ceratophyllum demersum</i> ,		
<i>Najas marina</i>		

Главными факторами, определяющими направленность сингенетических смен — является колебание уровня воды, характер донных отложений. В процессе зарастания преимущественно берут участие виды однолетники и многолетники с широкой экологической амплитудой. При этом видовой состав не богат (всего 3–5 видов). Наиболее интенсивно и быстро во времени (3–5 лет) процессы сингенеза проходят на мелководиях и участках вновь сформировавшихся алювиальных наносов. На этих участках формируются группировки, на основании которых, образуются пояса настоящей водной и воздушно-водной растительности, которая в дальнейшем сменяется на травянисто-болотистую, пойменно-кустарниковую.

Список литературы

- Александрова В.Д. Динамика растительного покрова // Полевая геоботаника. М.-Л.: Наука, 1964. Т. 3. С. 300–450.
 Дубина Д.В. Вища водна рослинність України / відпов. ред. Ю.Р. Шеляг-Сосонко // Рослинність України. К.: Фітосоціоцентр, 2006. 412 с.
 Дунайський біосферний заповідник. Рослинний світ / Д.В. Дубина, Ю.Р. Шеляг-Сосонко, О.І. Жмуд та ін. К.: Фітосоціоцентр, 2003. 343 с.
 Жмуд О.І. Сингенетичні зміни рослинності Дунайського біосферного заповідника // Укр. ботан. журн. 2000. Т. 57. № 3. С. 272–277.
 Физико-географическое районирование Украинской ССР. К.: Изд-во Киевского ун-та, 1968. 648 с.

УДК 574.587(282.256.21+211.7)

ЗООБЕНТОС МАЛЫХ РЕК АРКТИЧЕСКИХ ТУНДР ЯМАЛА

Л. Н. Степанов

Институт экологии растений и животных УрО РАН, 620144 Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202,
 e-mail: stepanov@ipae.uran.ru

Впервые изучена фауна донных беспозвоночных животных малых рек арктических тундр Ямала. Качественные и количественные показатели зообентоса низкие. В его составе зарегистрировано 17 таксонов. Средние величины численности и биомассы составили 207 экз./м² и 0.224 г/м².

Ключевые слова: полуостров Ямал, малые реки, зообентос, видовой состав, численность, биомасса.

Fauna of bottom invertebrates of the small rivers of the Arctic tundra on the Yamal Peninsula for the first time studied. Qualitative and quantitative indicators of zoobenthos were low. 17 taxons in its structure were registered. Mean values of abundance and biomass accounted 207 ind./m² and 0.224 g/m².

Keywords: Yamal Peninsula, small rivers, zoobenthos, species composition, abundance, biomass.

В связи с глобальным антропогенным влиянием на водные экосистемы Крайнего Севера, обусловленным ростом добычи углеводородного сырья, возрастает актуальность оценки экологического состояния водоемов. В последние годы интенсивное расширение разведки и освоение газовых месторождений на Ямале диктует необходимость экологического мониторинга, направленного на контроль влияния обустройства и эксплуатации месторождений на экосистемы арктической тундровой зоны полуострова.

Добыча полезных ископаемых на территории водосборных бассейнов оказывает негативное многофакторное воздействие на водные экосистемы и ведет к нарушению сложившегося экологического равновесия. Любая хозяйственная деятельность в долинах рек, сопровождающаяся нарушением почвенно-растительного покрова, приводит к резкому усилению эрозионных процессов и увеличению смыва твердого материала в водотоки. Повышение мутности воды и осаждение песчаных и глинистых фракций на грунтах приводят к глубоким изменениям в структуре донных биоценозов, вплоть до их гибели.

Изучение закономерностей структурной организации сообществ зообентоса и характера ее динамики в условиях проявления природных и антропогенных факторов является важной составляющей мониторинговых наблюдений за состоянием водных объектов, поскольку видовой состав и количественные характеристики сообществ донных беспозвоночных служат хорошими, а в ряде случаев единственными гидробиологическими показателями загрязнения грунта и придонного слоя воды и широко применяются в различных системах биоиндикации и гидробиологического мониторинга за состоянием водных экосистем (Баканов, 2000).

История изучения гидробионтов полуострова насчитывает более 100 лет. Литературные данные по видовому составу, структуре и количественным показателям донных беспозвоночных животных немногочисленны и относятся к рекам южного и среднего Ямала (Андреева, Петров, 2004; Богданов и др., 2000, 2012; Большаков и др., 1995; Долгин, Новикова, 1984; Лугаськов, Степанов, 1988; Полатов, Чертопруд, 2012; Степанов, 2008; Шаропова, 2000; Шаропова, Абдуллина, 2004; Шишмарев и др., 1992). Изучение зообентоса северной части полуострова ранее не проводилось.

Цель работы — определить видовой состав и количественные показатели зообентоса малых рек арктических тундр северо-восточного Ямала.

Исследования проводились в июне–августе 2010–2011 гг. на малых реках восточного побережья Ямала (71°32'72" – 72°08'17" с.ш., 71°04'67" – 72°35'01" в.д.): р. Тирвыяха — 132 км, прав. приток р. Тамбей, р. Вэньяха — 54 км, лев. приток р. Тирвыяха, р. Едьяха — 85 км, лев. приток р. Тамбей, р. Нензотаяха — 120 км, р. Паряха — 28 км, лев. приток р. Нензотаяха, р. Саболяха — 46 км, р. Сабколянъяха — 45 км (Ресурсы ..., 1964). Все реки относятся к водосборному бассейну Обской губы Карского моря.

В питании рек основную роль играют талые снеговые воды (около 80%). Доля грунтовых и подземных вод минимальна в силу распространения сплошной вечной мерзлоты. Во внутригодовом режиме стока рек четко выделяется три периода: весенне-летнее половодье, летне-осенняя межень и продолжительная низкая зимняя межень (Лёзин, 2000). Водотоки имеют широкие и чаще всего неглубокие, слабо разработанные долины, низкие берега и очень малые уклоны. Ледостав продолжается 8–9 месяцев. Большинство малых рек промерзают до дна. Водные макрофиты развиты слабо. Грунты представлены, в основном, мелкодисперсными песками.

Для отбора проб бентоса использовали модифицированный циркулярный скребок с площадью захвата 0.1 м² (Павлюк, 1998). На плотных грунтах применяли штанговый дночерпатель с площадью захвата 0.01 м². Все пробы фиксировались 4%-ым раствором формальдегида. Дальнейшая обработка материала проводилась в лабораторных условиях согласно общепринятым методикам (Методика изучения ..., 1975; Руководство по методам ..., 1983).

В результате проведенных исследований нами впервые в составе донной фауны малых рек зоны арктических тундр п-ва Ямал определено 17 видов и таксонов более высокого ранга. Отмечены представители 5 систематических групп:

Oligochaeta: *Lumbriculus variegatus* (O.F. Mueller, 1773)

Coleoptera: Hydraenidae n./det.

Limoniidae: *Hexatoma* sp.

Simuliidae: *Simulium* sp.

Chironomidae: *Procladius choreus* (Meigen, 1804), *Hydrobaenus* gr. *lugubris*, *Orthocladius* sp., *Paracladius* sp., *Cricotopus* gr. *silvestris*, *Chironomus* sp., *Chironomus dorsalis* Meigen, *Glyptotendipes glaucus* (Meigen, 1818), *Endochironomus stackelbergi* Goetghebuer, 1935, *Polypedilum nubeculosum* (Meigen, 1818), *Sergentia coracina* Zetterstedt, 1850, *Stictochironomus rosenscholdi* (Zetterstedt, 1838) *Tanytarsus excavatus* Edwards, 1929.

Видовое обилие гидробионтов определяли насекомые — 94.1% от общего числа таксонов. Превалировали хирономиды — 13 видов и форм, преобладали личинки п./сем. Chironomini. В группу константных видов с частотой встречаемости 50% и более входили личинки *P. choreus*, *Orthocladius* sp., *Chironomus* sp. и *Polypedilum nubeculosum* (Баканов, 1987). Число видов изменялось от 1 (р. Нензотаяха) до 7 (р. Саболяха)

Численность донных животных изменялась от 20 до 543 экз./м², биомасса — от 0.002 до 0.643 г/м². Максимальные количественные характеристики отмечены на заиленных песках прибрежной зоны. Ведущую роль в сообществах донных беспозвоночных рек играли хирономиды. На их долю приходилось в среднем 93.8% (195 экз./м²) суммарной численности и 86.5% (0.193 г/м²) биомассы всех гидробионтов.

На заиленных песках доминировали псаммофилные личинки подсемейства Chironominae *P. nubeculosum* (табл. 1). Наряду с ними в состав доминирующего по биомассе комплекса входили личинки *Chironomus* sp. и *P. choreus*. Эти виды создавали 88.6% суммарной численности и 81.3% биомассы всего бенто-

са. Биомасса бентоса мелкодисперсных промывных песков русла водотоков не превышала 0.25 г/м². Доминировали личинки хирономид п./сем. Orthocladiinae H. gr. *lugubris*. Роль олигохет, жесткокрылых, болотниц и мошек в сообществах донных беспозвоночных незначительна.

Таблица 1. Структура доминирующих по биомассе видов на разных биотопах

Заиленные пески			Чистые пески		
Вид	N, экз./м ²	B, г/м ²	Вид	N, экз./м ²	B, г/м ²
<i>P. nubeculosum</i>	277	0.263	<i>H. gr. lugubris</i>	170	0.166
<i>Chironomus</i> sp.	103	0.133			
<i>P. choreus</i>	90	0.127			
Прочие	73	0.120	Прочие	50	0.031
Всего бентоса	543	0.643	Всего бентоса	220	0.197

Проведенные исследования показали, что уровень качественного и количественного развития зообентоса песчаных биотопов обследованных рек низкий. Определено 17 таксонов донных беспозвоночных животных, что составляет менее 5% от числа видов, установленных в водоемах различного типа южного и среднего Ямала. Средняя численность бентоса составила 207 экз./м². Величина средней биомассы рек (0.224 г/м²) характеризует их как малокормные для рыб-бентофагов.

Полученные данные по видовому составу, структуре и количественным показателям развития зообентоса рек могут быть использованы в качестве фоновых для организации мониторинговых наблюдений за состоянием водных экосистем при проведении разведки и освоении месторождений углеводородов в зоне арктических тундр северо-восточной части полуострова Ямал.

Работа выполнена при поддержке программ УрО РАН: проект №12-4-3012-Арктика, проект № 12-М-45-2062.

Список литературы

- Андреева Т.Р., Петров П.Н. Водные жесткокрылые подотряда Adephaga (Coleoptera) Южного Ямала и Полярного Урала // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2004. Т. 109. Вып. 3. С. 9–21.
- Баканов А.И. Количественная оценка доминирования в экологических сообществах. Борок. 1987. Рук. деп. в ВИНТИ. № 8593 – В87. 63 с.
- Баканов А.И. Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоемов (обзор) // Биология внутренних вод. 2000. № 1. С. 68–82.
- Богданов В.Д., Богданова, Е.Н., Госькова О.А., Мельниченко И.П. Ретроспектива ихтиологических и гидробиологических исследований на Ямале. Екатеринбург: изд-во "Екатеринбург", 2000. 88 с.
- Богданов В.Д., Богданова Е.Н., Мельниченко И.П., Степанов Л.Н., Ярушина М.И. Проблемы охраны биоресурсов при обустройстве Бованенковского газоконденсатного месторождения // Экономика региона. 2012. № 4. С. 68–79.
- Большаков В.Н., Балахонов В.С., Громик В.Д. и др. Природа Ямала. Екатеринбург: УИФ «Наука», 1995. 435 с.
- Долгин В.Н., Новикова О.Д. Гидробиология водоемов полуострова Ямал // Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1984. С. 87–95.
- Лёзин В.А. Реки Ямало-Ненецкого автономного округа (справочное пособие). Тюмень: Вектор Бук, 2000. 144 с.
- Лугаськов А.В., Степанов Л.Н. Питание и нагульные миграции чира *Coregonus nasus* в Субарктической части бассейна Оби // Вопр. ихтиологии. 1988. Т. 28, вып. 2. С. 273–281.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.
- Павлюк Т.Е. Использование трофической структуры сообществ донных беспозвоночных для оценки экологического состояния водотоков: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Свердловск, 1998. 24 с.
- Палатов Д.М., Чертопруд М.В. Реофильная фауна и сообщества беспозвоночных тундровой зоны на примере Южного Ямала // Биология внутренних вод. 2012. № 1. С. 23–32.
- Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность / [под ред. Г.Д. Эйрих]. Л.: Гидрометеиздат, 1964. Т. 15, вып. 3. 431 с.
- Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 239 с.
- Степанов Л.Н. Зообентос водоемов и водотоков Среднего Ямала (бассейн Байдарацкой губы) // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. Салехард, 2008. Вып. 8 (60). С. 60–75.
- Шарапова Т.А. Фауна перифитона водотоков южной части Ямала // Природная среда Ямала. Тюмень: Ин-т проблем освоения Севера СО РАН, 2000. Т. 3. С. 73–88.
- Шарапова Т.А., Абдуллина Г.Х. К изучению водных беспозвоночных южных тундр Западной Сибири // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2004. № 5. С. 97–115.
- Шиммарев В.М., Гаврилов А.Л., Госькова О.А., Колесникова Н.В., Степанов Л.Н. К гидробиологической характеристике бассейна р.Ензор-Яхи // Изучение экологии водных организмов Восточного Урала. Свердловск, 1992. С. 128–138.

ФИТОПЕРИФИТОН НЕКОТОРЫХ МАЛЫХ РЕК ПСКОВСКО-ЧУДСКО-НАРВСКОГО ОЗЁРНО-РЕЧНОГО БАССЕЙНА

Д. Н. Судницына, М. В. Колченко

Псковское отделение ФГБНУ «Государственный научно-исследовательский институт озёрного и речного рыбного хозяйства», г. Псков, Россия. pskovniorkh01@list.ru

На 10 речных участках с антропогенной нагрузкой в составе фитоперифитона выявлено 252 таксона водорослей рангом ниже рода, относящихся к 6 отделам. Основу таксономического состава сообществ составляли 3: диатомовые, зеленые и синезеленые водоросли (большинство рек) или 2 отдела: диатомовые и синезеленые (реки Лудонка, Кебца), диатомовые и эвгленовые водоросли (р. Пачковка). Число видов варьировало от 23 до 82 и зависело от гидрологических особенностей рек и степени антропогенного воздействия. По значениям индексов сапробности фитоперифитона исследованные участки рек соответствуют β-мезосапробной зоне самоочищения, III классу качества воды — «удовлетворительной чистоты», мезотрофной и эвтрофной категории трофности.

Ключевые слова: фитоперифитон, таксономическая структура, видовое разнообразие, индекс сапробности.

PHYTOPERIPHYTON OF SOME SMALL RIVERS IN PSKOVSKOYE – CHUDSKOYE –NARVA FLUVIOLACUSTRINE BASIN

252 algae taxa were identified in phytoperiphyton community of 10 river sites with anthropogenic impact. These algae belonged to 6 divisions. In taxonomic composition of the most rivers were prevailed 3 divisions: *Bacillariophyta*, *Chlorophyta* and *Cyanophyta*. In some rivers there were 2 dominated divisions: *Bacillariophyta* and *Cyanophyta* in rivers Ludonka and Kebtsa; *Bacillariophyta* and *Euglenophyta* in river Pachkovka. The number of species varied from 23 to 82 and depended on the rivers' hydrology and level of anthropogenic influence. According to saprobity indices calculated for phytoperiphyton researched river sites can be characterized as β-mesosaprobic zone and belong to III water quality class ("satisfactory purity"), mesotrophic and eutrophic category.

Keywords: phytoperiphyton, taxonomic structure, species composition, saprobic index.

Из многочисленных водных объектов Псковской области (около 4000 озер, более 15000 рек) хорошо изученными в альгологическом отношении являются Псковско-Чудское и несколько десятков малых озер (Судницына, 2008). Изучением водорослей рек, преимущественно планктонных, начали заниматься только в последние годы (Судницына, Силеенкова, 2010; Судницына и др., 2011; Силеенкова, 2013).

Реки Псковской области распределены между тремя озерно-речными бассейнами, из которых Псковско-Чудско-Нарвский занимает 58% западной, центральной и северо-восточной территории области (Псковская ..., 2003). На территории этого водосборного бассейна гидробиологическим исследованиям подверглись 10 рек. Из них реки Гдовка, Пимжа, Старцева непосредственно впадают в Псковско-Чудское озеро, реки Утроя, Синяя и Крупя — в р. Великую, а остальные реки (Дубина, Лудонка, Пачковка и Кебца) — в её притоки.

Самыми крупными реками являются Синяя и Утроя, но большая их часть располагается за пределами Псковской области, в Латвии. Глубина рек колеблется от 0.5 (р. Синяя) до 2.0 м (р. Пимжа). Скорость течения 0.1–0.2 м/с. Питание рек смешанное с преобладанием снегового. В маловодные годы некоторые реки (Кебца, Лудонка) на отдельных участках пересыхают. Термический режим одинаков: наиболее высокие температуры отмечаются в июле. По ионному составу воды рек относятся к водам гидрокарбонатного класса группы кальция, степень минерализации, удельная электропроводность воды варьируют в широких пределах (табл. 1).

Таблица 1. Некоторые гидрологические и гидрохимические показатели (общая минерализация, удельная электропроводность, содержание HCO_3^-) исследованных рек (средние данные на фоновых станциях) (Фонды ГосНИОРХ, 2009–2012)

Реки	Длина, км	Площадь водосбора, км ²	Σ мг/л	σ , мкСм/см	HCO_3^- , мг/л
Гдовка	23	150	174.1	289	117.2
Старцева	13	56	313.3	373	229.4
Пиуза	93	776	325.8	390	219.6
Пачковка	19	82	441.1	498	319.9
Кебца	36	155	441.1	498	319.9
Дубина	41	176	405.9	431	268.1
Лудонка	23	150	521.1	665	314.2
Утроя	176	3000	405.9	431	268.1
Синяя	195	2040	445.8	358	212.3
Крупя	28	238	284.0	353	183.6

К сильно минерализованным относится р. Дубина, протекающая недалеко от г. Пскова и впадающая в р. Черёху — крупный правый приток р. Великой. Повышенная минерализация характерна также для рек Лудонка, Синяя, Утроя. Это связано с особенностями геологического строения их водосборов, близким залеганием и выходами на поверхность верхнедевонских известняков (Ресурсы ..., 1972).

Все реки используются для сброса сточных вод предприятиями жилищно-коммунального хозяйства и агропромышленного комплекса.

Материалом для настоящей статьи послужили пробы фитоперифитона, собранные в 2009–2011 г. на участках рек вблизи сброса сточных вод. При выборе методов исследования руководствовались нормативными документами в области контроля качества воды, в которых гидробионты используются как один из показателей: ГОСТ 17.1.3.07-82 «Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водото-

ков». На трех станциях, расположенных на расстоянии 100–200 м одна от другой, после паводка опускали на дно реки специальные установки, в которых субстратом для организмов являлось органическое стекло. Срок экспозиции 1–2 месяца. Вынутый из воды субстрат с водорослями аккуратно смывали в сосуд с водопроводной водой и фиксировали формалином. Пробы фитоперифитона отбирали по сезонам (весна, лето, осень) и обрабатывали по стандартной методике (Руководство ..., 1992).

Для определения видов использовали как отечественные (Определитель пресноводных водорослей СССР, 1951; 1953; 1962; 1980; 1986), так и некоторые зарубежные источники (Паламар-Мордвинцева, 2005; Коваленко, 2009; Kombræk, Anagnostidis, 1989, 2005; Krammer, Lange-Bertalot, 1986, 1991 и др.) Названия видов даны с учетом современных номенклатурных ревизий.

Состав фитоперифитона исследованных участков рек характеризовался значительным разнообразием. Всего выявлено 252 таксона рангом ниже рода, относящихся к 6 отделам. В общем списке и по отдельным рекам по числу выделялись 3 отдела: Cyanophyta (Cyanophycota), Bacillariophyta (Ochrophyta) и Chlorophyta (Chlorophycota) (табл. 2), что характерно не только для водоемов нашей области, но и всей бореальной зоны (Охапкин, 2000; Станиславская, 2006; Комулайнен, 2004 и др.).

Таблица 2. Таксономическая структура фитоперифитона исследованных рек

Реки	Bacillariophyta	Chlorophyta	Cyanophyta	Euglenophyta	Xanthophyta	Rhodophyta	Всего
Гдовка	44	8	6	2	-	-	60
Дубина	55	13	8	2	1	1	80
Лудонка	14	1	5	-	1	-	21
Старцева	42	16	4	1	-	-	63
Кебца	30	4	5	-	1	-	40
Крупя	42	6	7	5	-	-	60
Пачковка	27	1	3	6	-	-	37
Пимжа	40	5	4	4	-	-	53
Утроя	38	9	10	-	-	-	57
Синяя	46	16	16	4	-	-	82

Число видов водорослей обрастаний по рекам варьировало в широких пределах от 31 до 75 таксонов рангом ниже рода.

На всех исследованных участках рек более половины систематического списка (56–79%) составляли диатомовые водоросли. Среди них по видовому разнообразию выделялись следующие роды: *Nitzschia* — 17, *Gomphonema* — 14, *Achnanthes* и *Navicula* — по 11, *Cymbella* и *Surirella* — по 8 таксонов рангом ниже рода.

Лидерами по частоте встречаемости оказались 12 видов, из них встречаемость 100% имел только *Cocconeis placentula* Ehr. Частота встречаемости других видов распределялась следующим образом: *Melosira varians* Ag., *Planothidium lanceolatum* (Brüh. ex Kütz.) Bukht., *Navicula radiosa* Kütz., *Nitzschia palea* (Kütz.) W. Sm. — 90%, *Gomphonema parvulum* (Kütz.) Kütz. — 80%, *Meridion circulare* (Grev.) Ag., *Amphora pediculus* (Kütz.) Grun., *Navicula cryptocephala* Kütz., *Encyonema prostratum* (Berk.) Kütz., *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Comp. — 70%, *Rhoicosphenia abbreviata* (Ag.) Lange-Bert. — 60%.

Второе место в фитоперифитоне большинства исследованных рек занимали зеленые водоросли (до 25%). Из 8 порядков по разнообразию выделялись Chlorococcales (до 50%), Desmidiaceae (23%) и Ulothrichales (15%). На родовом уровне видовым богатством отличались *Closterium* — 9 и *Scenedesmus* — 8 видовых таксонов. Почти все виды встречались на 1–2-х исследованных акваториях, кроме *Closterium leibleinii* Kütz. (встречаемость 50%) и видов рода *Oedogonium* (встречаемость 80%).

Синезеленые водоросли в общем списке занимали третье место (13.0%), а в некоторых реках (Лудонке, Утрое, Пачковке, Крупя) — второе (18–21%). Преобладали нитчатые формы пор. Oscillatoriales (60%).

Почти во всех реках встречались эвгленовые водоросли, среди которых разнообразием выделялся род *Euglena* (56%). В фитоперифитоне р. Пачковки эвгленовые водоросли занимали второе место.

Впервые для альгофлоры Псковской области в перифитоне р. Дубины обнаружен вид из красных водорослей — *Chantransia pygmaea* Kütz.

По литературным данным (Охапкин, 2000; Станиславская, 2006 и др.), структурные показатели водорослевых сообществ речных экосистем определяются влиянием гидрологических, гидрохимических характеристик рек, степенью антропогенного воздействия и температурными условиями. Среди изученных рек наибольшим видовым разнообразием выделялась самая крупная — р. Синяя — 75 таксонов рангом ниже рода. В составе перифитона самых маленьких по длине рек (Пачковка, Лудонка, Гдовка, Крупя) — вдвое меньше видов (31–35), кроме р. Гдовки, которая протекает через районный центр г. Гдов.

Сравнение видового разнообразия фитоперифитона по станциям отбора проб показало, что в большинстве случаев (7 акваторий из 10) сообщество прикрепленных водорослей положительно реагирует на дополнительное поступление органических веществ, увеличивая видовое разнообразие (рис. 1).

Индикаторов загрязнения воды органическими веществами (сапробионтов) в составе фитоперифитона довольно много — до 70% на отдельных акваториях. Преобладали среди них β-мезосапробы (40–50%), характеризующие условия средней степени загрязнения. На некоторых реках (Дубине, Пимже, Пачковке) третья часть всех сапробионтов составляли индикаторы повышенного загрязнения (α-β, β-α, α-мезосапробы и α-мезо-

полисапробы). Значения индексов сапробности, рассчитанные на основе полученных данных, различались по сезонам и станциям (табл. 3).

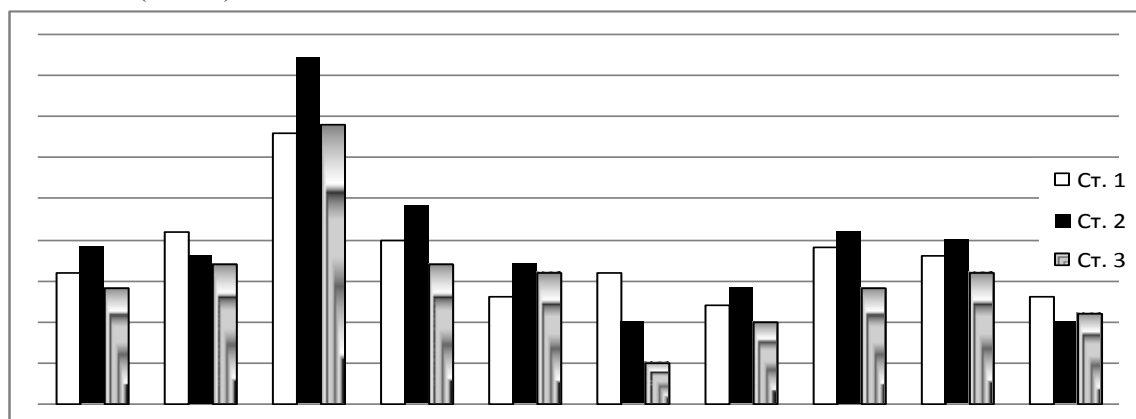


Рис. 1. Распределение видов фитоперифитона по станциям (средние данные за 3 сезона).

Таблица 3. Значения индексов сапробности исследованных участков рек

Реки	Станция № 1	Станция № 2	Станция № 3
Гдовка	1.95 – 2.29	2.20 – 2.34	2.32 – 2.42
Пимжа	1.75 – 2.28	2.30 – 2.47	2.37 – 2.50
Синяя	1.84 – 1.90	2.1 – 2.2	2.0 – 2.2
Дубина	2.11 – 2.29	2.39 – 2.42	2.20 – 2.40
Старцева	2.10 – 2.20	2.26 – 2.30	2.25 – 2.33
Лудонка	1.8 – 2.21	2.0 – 2.28	1.9 – 2.18
Пачковка	1.97 – 2.28	2.32 – 2.40	2.03 – 2.30
Крупя	1.74 – 1.98	2.22 – 2.40	1.95 – 2.50
Утroyа	2.04 – 2.22	2.16 – 2.26	2.15 – 2.22
Кебца	1.79 – 1.82	2.00 – 2.28	1.83 – 2.27

Индексы сапробности по рекам варьировали в пределах 1.75–2.50. Согласно комплексной экологической классификации поверхностных вод суши (Шитиков и др., 2005), эти значения соответствуют β-мезосапробной зоне самоочищения, III классу качества воды — «удовлетворительной чистоты», мезотрофной и эвтрофной категории трофности. Станции, приближенные к источнику загрязнения (№ 2 и 3), почти всегда отличались более высокими значениями индексов сапробности и, соответственно, уровнем трофии.

Таким образом, проведенные исследования показали, что реки, расположенные на водосборе Псковско-Чудского озера, характеризуются значительным разнообразием сообществ водорослей обрастаний, в составе которых доминируют таксоны разного ранга (отделы, порядки, виды), широко распространенные в водоемах Северо-Запада. Использование рек в качестве коллекторов для сброса сточных вод повышает уровень загрязнения и трофии водотоков. В настоящее время состояние изученных рек по показателям фитоперифитона можно считать удовлетворительным. С позиций концепции экологических модификаций (Абакумов, 1979), исследованные акватории рек находятся в состоянии антропогенного напряжения с элементами экологического регресса под воздействием эвтрофирования.

Список литературы

- Абакумов В.А. Экологические модификации и развитие биоценозов // Экологические модификации и критерии экологического нормирования: Труды международного симпозиума. Л.: Гидрометеиздат, 1991. С. 18–40.
- Комулайнен С.Ф. Экология фитоперифитона малых рек Восточной Финляндии. Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 2004. 181 с.
- Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 2–8, 10, 11, 13. Л.: Наука, 1953–1986.
- Охапкин А.Г. История и основные проблемы исследований речного фитопланктона // Бот. журн. 2000. Т. 85. № 10. С. 1–10.
- Псковская энциклопедия. Псков: Псковская энциклопедия, 2003. 912 с.
- Псковско-Чудское озеро. Тарту: Eesti Loodusfoto, 2012. 490 с.
- Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В.А. Абакумова и др. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 220 с.
- Судницына Д.Н. Альгофлора водоемов Псковской области. Псков: Логос Плюс, 2012. 224 с.
- Станиславская Е.В. Структура перифитона как показатель состояния притоков Ладожского озера и реки Невы // Оценка экологического состояния рек бассейна Ладожского озера по гидрохимическим показателям и структуре гидробиоценозов. СПб.: ЛЕМА, 2006. С. 91–103.
- Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы, критерии, решения: В 2 кн. Кн. 1. М.: Наука, 2005. 281 с.
- Паламар-Мордвинцева Г.М. Флора водорослей континентальных водоемов Украины: Десмидиеві водорості. Вип.1. Ч. 2. Київ, 2005. 578 с.
- Коваленко О.И. Флора водорослей Украины. Т. I. Синьозелені водорості. Вип.1. Порядок хроококальні. Київ, 2009. 397 с.
- Kombræk J., Anagnostidis K. Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales // Süsswasserflora von Mitteleuropa. Bd. 19/1. Jena; Stuttgart; Lybeck; Ulm, 1998. 548 p.

- Komórek J., Anagnostidis K. *Cyanoprokaryota*. 2 Teil: *Oscillatoriales* // *Süsswasserflora von Mitteleuropa*. Bd. 19/2. München, 2005. 759 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. *Bacillariophyceae*. Teil 1. *Naviculaceae* // *Die Süsswasserflora von Mitteleuropa*. Bd.2/1. Stuttgart, 1986. 876 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. *Bacillariophyceae*. Teil 3. *Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae* // *Süsswasserflora von Mitteleuropa*. Bd. 2/3. Stuttgart, 1991. 576 p.

УДК 591.524.11:556.5.085

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗООБЕНТОСНОГО СООБЩЕСТВА И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД МАЛЫХ РЕК НИЗОВЬЕВ Р. ВОЛГИ

О. Г. Тарасова

ФГУП «Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»,
414056, г. Астрахань, ул. Саушкина, 1, E-mail: kaspiy-info@mail.ru

Представлены результаты исследований по формированию бентоценоза малых рек низовьев р. Волги — на пр. Тюрина и на рукавах Бушма, Кизань, Бахтемир в 2013 г., выполненные в рамках исследований ФГУП «КаспНИРХ». Определены количественные и качественные характеристики зообентоса, индекс плотности (D). Установлено, что от восточной части низовьев р. Волги (пр. Тюрина) к западной (рук. Бахтемир) отмечается увеличение значений численности зообентоса и улучшение качества вод.

Ключевые слова: зообентос, водотоки, качество вод, донная фауна, численность, биомасса, протока, рукав, низовья р. Волги.

CHARACTERISTICS OF ZOOBENTOS AND ASSESSMENT OF WATER QUALITY OF SMALL RIVERS IN THE LOWER REACHES OF THE VOLGA RIVER

O. G. Tarasova

The article presents the results of researches on the formation of benthos of small rivers in the lower reaches of the Volga river — on the channel Tyurin and the branches Bushma, Kizan', Bachtimir in 2013, which have been made within the scope of studies of FSUE "Caspian Research Institute of Fisheries". The work shows quality and quantity characteristics of zoobenthos, index of density (D). It is established that from the eastern part of the lower reaches of the Volga River (the channel Tyurin) to the western part (the branch Bachtimir) observed an increase in the number of zoobenthos and improvement of water quality.

Keywords: zoobenthos, watercourse, water quality, bottom fauna, number, biomass, channel, branch, lower reaches of the Volga River.

Введение. Малые реки низовьев р. Волги, расположенные на урбанизированной территории, испытывают значительный антропогенный пресс. Представители бентофауны являются универсальными тест-объектами для мониторинга антропогенных сукцессий и процессов самоочищения водных экосистем, так как отличаются стабильной локализацией на определенных местах обитания в течение длительного времени (Алимов, 2000; Гусаков, 2007).

Цель данного исследования состояла в изучении количественных и качественных характеристик зообентоса и оценке качества воды по показателям донных сообществ малых рек низовьев р. Волги в период исследований.

Материалы и методы исследований. Материалом для настоящей работы служили пробы зообентоса, отобранные в восточной части низовьев р. Волги — на протоке Тюрина (в районе с. Тюрина) и на рукаве Бушма (у с. Сизый Бугор, в районах 7-ой и 12-ой Огневки) и в западной ее части на рукавах: Кизань (у с. Яксатово, с. Табола, пос. Верхнекалиновский, пос. Кировский), Бахтемир (у с. Икрыное и в районах 4-ой и 11-ой Огневки) в вегетационный период 2013 г. Отбор и обработку проб производили согласно общепринятым методикам (Жадин, 1960; Винберг, 1984; Абакумов, 1992). Всего было отобрано и обработано 64 пробы зообентоса. Видовая идентификация осуществлялась с использованием «Атласа беспозвоночных Каспийского моря» (1968) и «Определителя пресноводных беспозвоночных...» (1977). Для оценки структуры бентоса использовались показатели численности и биомассы видов, соотношение различных таксономических групп донных животных. Для ранжирования видов и выделения доминантов использовали индекс плотности (D) (Арнольди, 1949). Оценку качества воды исследуемых водотоков осуществляли с использованием модифицированного индекса Вудивиса (Насибулина, 1995) и олигохетного индекса (Парелле, 1961).

Результаты исследований. За период исследований бентофауны пр. Тюрина и рукавов: Бушма, Кизань, Бахтемир были зарегистрированы представители (кл. Crustacea) отр. Amphipoda: *Corophium curvispinum* (G.O. Sars, 1895), *Niphargoides deminutus* (Stebbing, 1906), *N. abreviatus* (G.O. Sars, 1895), *N. robustoides* (G.O. Sars, 1894), *N. compactus* (G.O. Sars, 1895), *N. carausii* (G.O. Sars, 1894), *N. corpulentus* (G.O. Sars, 1895), *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald, 1841), отр. Cumacea: *Pterocuma pectinata* (Sowinsky, 1893). Среди червей отмечались малощетинковые (кл. Oligochaeta) сем. Lumbricidae: *Eiseniella tetraedra* (Savigny, 1826), многощетинковые (кл. Polychaeta) — *Hypania invalida* (Annenkova, 1927), *Hypaniola kovalevskyi* (Annenkova, 1929) и представители кл. Hirudinae (пиявки). Из насекомых (кл. Insecta) регистрировали сем. Ceratopogonidae (мокрецы), сем. Ephemeroptera (поленки), сем. Simuliidae (лытки), отр. Trichoptera (ручейники) — *Hydropsyche angustipennis* (Curtis, 1834), личинки двукрылых сем. Chironomidae, кровососущих комаров сем. Culicidae; стрекоз — *Orthetrum cancellatum* (Linne, 1758). Группу моллюсков формировали *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), *Theodoxus pallasi* (Lindholm, 1924), *Lymnaea ovata* (Draparnaud, 1805), *Lithoglyphus naticoides* (C. Pfeiffer, 1828),

Unio pictorum (Linne, 1758), *Hypanis vitrea glabra* (Ostroumoff, 1905), *Pseudonadonta complanata* (Rossmassler, 1835), *P. elongata* (Hollandre, 1836).

Подсчитанный индекс плотности Арнольди (D) показал, что высокие его значения (более 10%) на исследуемых водотоках определены для кл. Oligochaeta, *Niphargoides robustoides*, сем. Chironomidae, *Dreissena polymorpha*, *Unio pictorum*, *Lithoglyphus naticoides*. По величине этого индекса на каждом водотоке выделены биоценозы, представленные в таблице 1.

Таблица 1. Индекс плотности (%) и состав биоценозов на исследуемых водотоках

Название водотока	Вид, индекс
пр. Тюрина	Oligochaeta — 46.7; сем. Chironomidae — 18.9
рук. Бушма	<i>Unio pictorum</i> — 15.4; Oligochaeta — 13.39; <i>Niphargoides robustoides</i> — 13.39
рук. Кизань	<i>Lithoglyphus naticoides</i> — 20.08; Oligochaeta — 17.64; <i>Niphargoides robustoides</i> — 16.03, сем. Chironomidae — 10.08
рук. Бахтемир	<i>Niphargoides robustoides</i> — 15.21; <i>Dreissena polymorpha</i> — 13.9; Oligochaeta — 13.08; сем. Chironomidae — 10.9

Отмечено, что в каждый из выделенных биоценозов входит компонент от предыдущего сообщества, что подчеркивает общность видового состава донной фауны наблюдаемых водотоков низовьев р. Волги. Также наблюдается постепенное снижение плотности малощетинковых червей по мере очищения водотоков.

При анализе распределения значений численности зообентоса была выявлена четкая тенденция увеличения этих показателей с восточной части (пр. Тюрина) к западной (рук. Бахтемир) (рис. 1). Наибольшая величина биомассы регистрировалась в рук. Бушма, за счет развития единичных крупных форм двусторчатых моллюсков *Unio pictorum*, с последующим снижением к рук. Бахтемир за счет сокращения числа моллюсков. Необходимо подчеркнуть, что на пр. Тюрина (в районе отбора проб) отмечались наименьшие количественные и качественные показатели зообентоса, а также изменение в соотношении его основных групп, что можно связать с недостатком питательных веществ в грунтах водоема (рис. 1, 2).

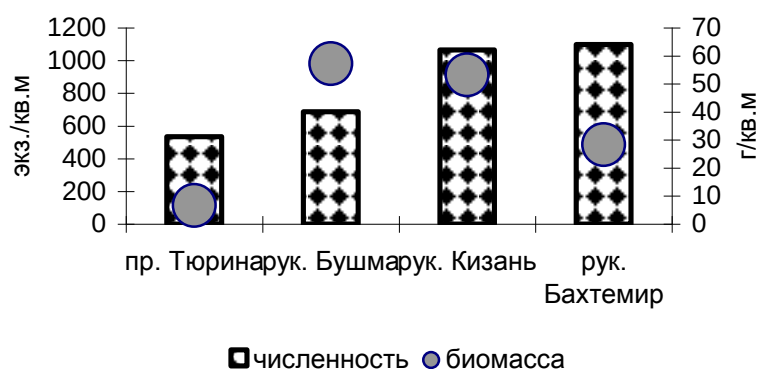


Рис. 1. Динамика количественных показателей зообентоса малых рек низовьев р. Волги в 2013 г.



Рис. 2. Процентное соотношение (по численности) основных групп бентосных организмов малых рек низовьев р. Волги в 2013 г.

Сравнительный анализ основных групп зообентоса с модифицированным биотическим индексом Вудивисса (БИ) показал, что наименьшие его значения соответствовали наибольшему % численности малощетинковых червей (α - мезосапробных организмов), уменьшение их численности отражается повышением БИ (рис. 2, табл. 2).

Качество вод в восточной части низовьев р. Волги на пр. Тюрина, согласно значениям модифицированного БИ Вудивисса и олигохетного индекса Парелле, характеризовалось как «грязная», с доминированием α –

мезосапробных организмов. С продвижением на запад качество вод улучшалось и оценивалось как «слабо-загрязненная», относящаяся β -мезосапробной зоне (табл. 2).

Таблица 2. Биологические индексы малых рек низовьев р. Волги в 2013 г.

Район исследований	Индекс Парелле D_1	Зона сапробности	Класс качества вод *	Модифицированный Б.И Вудивисса
Рук. Бахтемир	0.34	β	Слабо загрязненная	7
Рук. Кизань	0.46	β	Слабо загрязненная	6
Рук. Бушма	0.53	$\beta-\alpha$	загрязненная	5
пр. Тюрина	0.73	α	грязная	3

* по С.М. Драчеву [1964].

Заключение. Таким образом, в результате исследований установлено, что наибольшие значения численности зообентоса и видовое богатство бентосных сообществ отмечалось в западной части низовьев р. Волги, на рукавах Кизань и Бахтемир, где качество вод оценивалось как «слабо-загрязненная». В восточной её части на пр. Тюрина регистрировались наименьшие значения численности донных беспозвоночных с доминированием малощетинковых червей, что характеризовало качество вод как «грязная».

Список литературы

- Абакумов В.А. Экологические модификации и развитие биоценозов // Экологические модификации и критерии экологического нормирования: Тр. Международного симпозиума. Л.: Гидрометеиздат, 1991. С. 18–40.
- Алимов А.Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем. СПб.: Наука, 2000. 147 с.
- Арнольди Л.В. Материалы по количественному изучению зообентоса Черного моря // Труды Севастопольской биологической станции. М.-Л., 1949. Т. 7. С. 57–63.
- Атлас беспозвоночных Каспийского моря / под ред. Я.А. Бирштейна, Л.Г. Виноградова, Н.Н. Кондратьева и др. М.: Пищевая промышленность, 1968. 415 с.
- Гусаков В.А. Мейобентос Рыбинского водохранилища. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2007. 155 с.
- Жадин В.И. Методы гидробиологического исследования. М.: Высшая школа, 1960. 190 с.
- Методические рекомендации по обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция; под ред. Г.Г. Винберга и Г.М. Лаврентьевой. Л.: Зоол. ин-т АН СССР, 1984. 52 с.
- Насибулина Б.М. Биоиндикация качества воды в бассейне Нижней Волги: автореф. дис. канд. биол. наук. М., 1995. 20 с.
- Парелле А.С. Олигохетофауна как показатель сапробности малых рек // Гидробиологический режим малых рек в условиях антропогенного воздействия. Рига, 1981. С. 127–135.
- Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем; под ред. В.А. Абакумова. СПб: Гидрометеиздат, 1992.

УДК 504.4.054

ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МАЛЫХ РЕК МОСКОВСКОГО МЕГАПОЛИСА

И. О. Тихонова, Д. А. Крамер

РХТУ им. Д.И.Менделеева, 125047 РФ г. Москва Миусская площадь д. 9 iriti-may@yandex.ru

В данной работе исследовали загрязнение донных отложений 5 малых рек г. Москвы. Определено содержание тяжелых металлов, нефтепродуктов и экстрагируемых органических соединений. Результаты показали, что наиболее загрязненными реками являются Бусинка и Нищенка. В целом органическое загрязнение обусловлено нефтепродуктами.

Ключевые слова: донные отложения; малые реки; загрязнение; нефтепродукты; тяжелые металлы.

In this study, contamination of bottom sediments of five Moscow small rivers was observed. Such parameters as heavy metals, oil products and extracted organic compounds containment were determined. The results of our observation showed that the most polluted rivers are Businka and Nischenka. The organic contamination is mostly caused by oil products.

Keywords: bottom sediments; urban rivers; pollution; oil products; heavy metals.

На территории г. Москвы протекает множество малых рек и ручьев (141), качество воды в которых формируется на всей территории водосборных бассейнов и находится под влиянием хозяйственной деятельности мегаполиса и частично Московской области. Современное состояние большинства водных объектов и прибрежных территорий не соответствует действующим экологическим и градостроительным требованиям. В наиболее неблагоприятном экологическом состоянии находятся реки, полностью заключенные в коллекторы и утратившие природную самоочищающую способность.

Обычной практикой является оценка загрязнения водных объектов только на основании анализа проб воды. Однако в большинстве водных системах концентрации загрязняющих веществ во взвешенных веществах и в верхних слоях донных отложений намного выше, чем концентрации веществ, растворенных в водной толще. Донные отложения являются наиболее консервативным компонентом природных водных объектов и содержат информацию о загрязненности и особенностях водосборного бассейна. Тем самым, донные отложения могут выступать в качестве индикатора для выявления состава, интенсивности и масштаба техногенного загрязнения, т.к. их состав отражает биогеохимические особенности водосборных территорий (Папина, 2001). Определение загрязняющих веществ в верхнем (1 см) слое донных отложений служит (с учетом особенностей осадконакопления) характеристикой годового процесса накопления загрязняющих веществ (Янин, 2002).

В качестве объектов исследования были выбраны 5 малых рек, расположенных в различных округах г. Москвы с различной степенью антропогенной нагрузки: Лось, Котловка, Бусинка, Таракановка и Нищенка. В начале работы было проведено полевое обследование данных рек с целью изучения условий их протекания, а также обнаружения источников загрязнения. Отбор проб воды на выбранных створах осуществлялся согласно (ГОСТ 17.1.5.05-85) в период с 2008 по 2013 г. в фазы осеннего паводка и весеннего половодья.

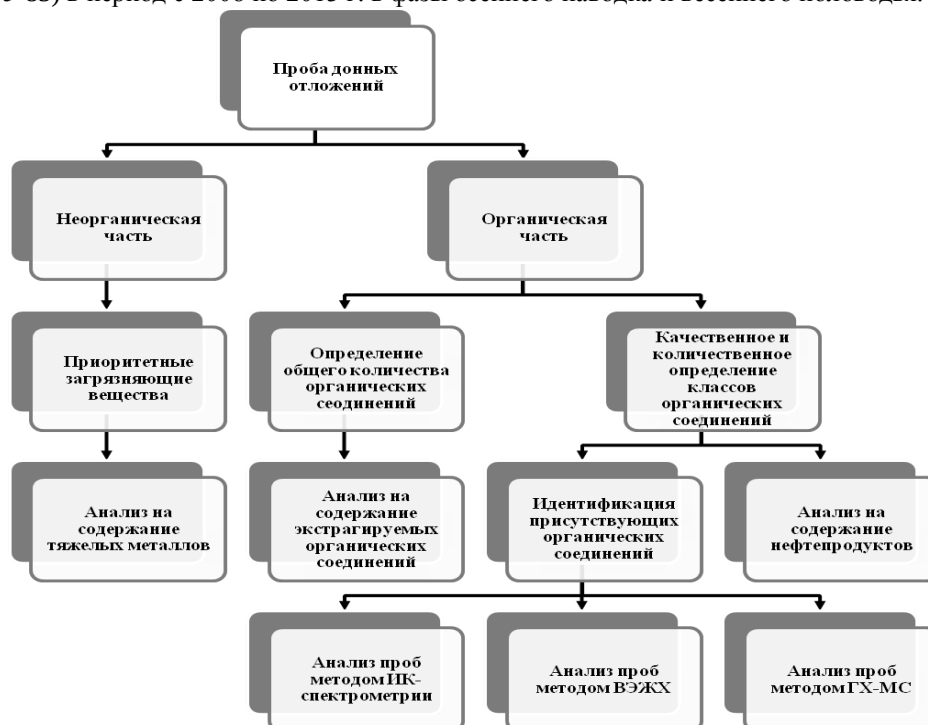


Рис. 1. Схема анализа проб донных отложений.

Опробование донных отложений проводили согласно (ГОСТ 17.1.5.01-80, РД 52.24.609-2013) в период весеннего половодья для рек Бусинка и Таракановка, и в осенний паводочный период для рек Лось, Котловка, Бусинка, Таракановка и Нищенка, от истоков до мест впадения их в другие реки, в тех же створах пробоотбора, что и пробы воды. Пробы донных отложений массой ≈ 200 г отбирали в подповерхностном слое из русловой (песчано-глинистой и илисто-глинистой) фации аллювия на глубине 2–5 см. Далее в лаборатории образцы доводили до воздушно-сухого состояния.

Перечень приоритетных для определения тяжелых металлов в пробах был составлен на основании скрининговых анализов проб донных отложений для каждой реки, выполненных в методом индукционно-связанной плазмы.

Для оценки техногенного загрязнения тяжелыми металлами ориентировались на ПДК тяжелых металлов в почве (ГН 2.1.7.2041-06), данные по фоновому содержанию тяжелых металлов (Соколова, 2008; Методика ...). Результаты определения тяжелых металлов в малых реках представлено в таблице 2. Выявлено, что наиболее загрязнены тяжелыми металлами донные отложения р. Бусинка в зоне влияния полигона ТБО; также значительно загрязнены тяжелыми металлами донные отложения р. Нищенка. В р. Бусинка особенно высокие концентрации в донных отложениях наблюдаются для Cu, Zn, Sr и Cd. Для этих рек особенно высока опасность вторичного загрязнения. Донные отложения р. Лось и Котловка загрязнены тяжелыми металлами в слабой степени.

Таблица 2. Содержание тяжелых металлов в малых реках (среднее по створам), мг/кг

ТМ	Лось	Котловка	Бусинка	Таракановка	Нищенка	ПДК почв	Фон. содерж.
Cr	0.21	0.72	36.90	8.35	6.99	90	46
Ni	1.03	3.27	4.60	2.32	4.34	80	20
Cu	0.82	7.09	86.44	8.65	77.80	132	27
Zn	3.02	12.07	60.83	22.09	30.68	220	50
As	1.33	2.17	3.60	5.08	2.15	10	6.6
Sr	1.05	4.06	338.86	58.74	40.05	не уст.	30
Cd	7.17	8.13	323.13	12.13	18.10	2	0.3
Hg	2.67	1.93	45.87	10.33	13.93	2.1	0.15
Pb	0.58	4.46	27.47	5.13	6.94	130	26

В качестве показателя содержания общего количества органических соединений в пробах донных отложений малых рек г. Москвы было использовали содержание экстрагируемых органических соединений (ЭОС) и нефтепродуктов. Полученные данные свидетельствуют о симбатности содержания ЭОС и нефтепродуктов, т. е. органическое загрязнение донных отложений рек обусловлено в основном именно нефтепродуктами.

На основании результатов анализа проб донных отложений на содержание нефтепродуктов и экстрагируемых органических соединений был отобран ряд проб для более подробного анализа органической составляющей. Основным критерием отбора была максимальная разность концентраций ЭОС и нефтепродуктов в пробе (рис. 2). Далее было выполнено элюирование пробы по фракциям (гексан, гексан:бензол и бензол:метанол) с целью разделения органических веществ в пробах донных отложений по полярности. Полученные фракции были проанализированы методами ИК-спектроскопии, ВЭЖХ и ГХ-МС с целью качественной и количественной идентификации различных групп органических соединений в пробах донных отложений обследуемых рек.

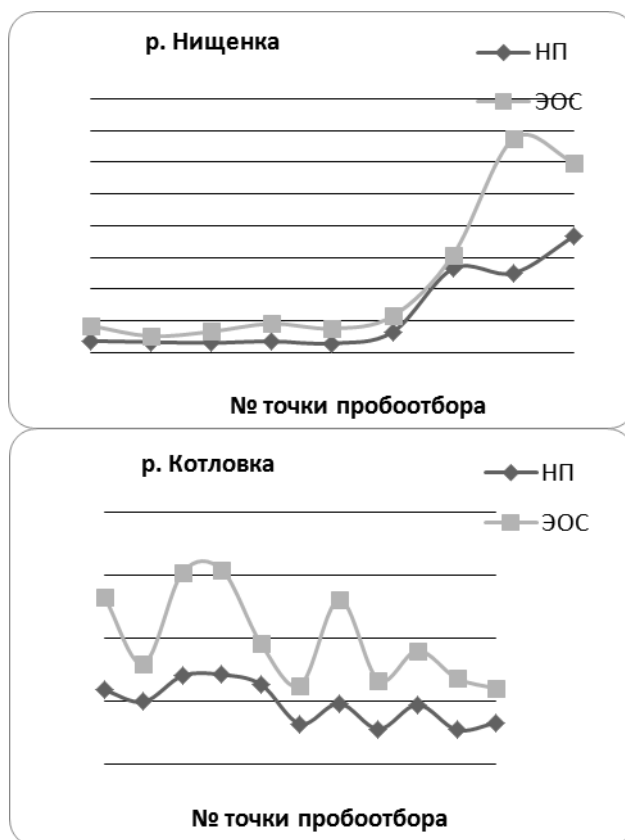


Рис. 2. Содержание ЭОС и нефтепродуктов в донных отложениях малых рек.

Спектральный анализ образцов показал, что в пробах донных отложений содержатся смеси предельных, непредельных углеводородов с кремнийорганическими соединениями в различном соотношении — от преобладания углеводородной части до преобладания кремнийорганической. Выявленные кремнийорганические соединения, используемые в качестве синтетических масел и смазочных материалов, имеют антропогенное происхождение. В целом состав органической составляющей донных отложений различных рек не имеет больших отличий, т.е. характер антропогенного воздействия на разные районы г. Москвы примерно одинаков.

Дальнейшую идентификацию ПАУ в пробах донных отложений осуществляли методом ВЭЖХ с флуориметрическим детектированием. Преобладающими ПАУ в донных отложениях малых рек г. Москвы являются флуорантен и бенз(б)флуорантен, а также бенз(г,х,и)перилен.

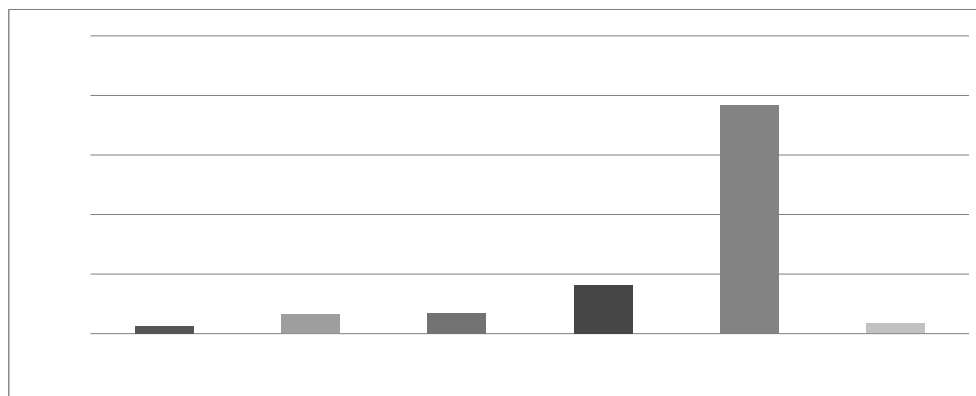


Рис. 3. Средние суммарные концентрации (мкг/кг) ПАУ в пробах донных отложений.

Однотипность состава ПАУ в донных отложениях и невозможность выделения какого-либо маркерного ПАУ для рек в загрязненных зонах мегаполиса подтверждает, что источником поступления ПАУ в донные отложения является сток из равномерно загрязненной атмосферы города.

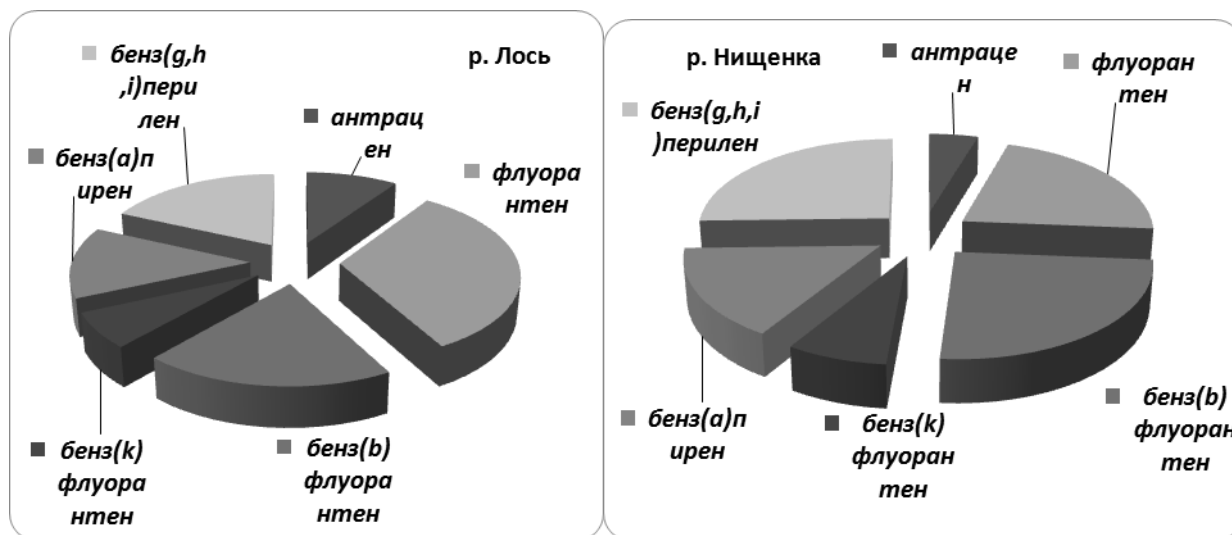


Рис. 4. Состав ПАУ в донных отложениях наиболее чистой (Лось) и наиболее грязной (Нищенка) рек.

Дальнейший анализ методом ГХ-МС подтвердил наличие в пробах донных отложений малых рек г. Москвы углеводородов (что подтверждается и данными ИК-спектроскопии), а также соединений адипиновой и фталевой кислот.

Полученные данные свидетельствуют о наличии в исследуемых реках различных ассоциаций загрязняющих веществ, что связано с расположением рек в мегаполисе на участках с различными уровнями антропогенной нагрузки, а также с условиями формирования донных отложений.

Список литературы

- ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве.
 ГОСТ 17.1.5.01-80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность.
 ГОСТ 17.1.5.05-85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков.
 Методика исчисления размера ущерба, вызываемого захлыванием, загрязнением и деградацией земель на территории Москвы. Приложение к распоряжению Мэра Москвы от 27 июля 1999 г. № 801-РМ.
 Папина Т.С. Транспорт и особенности распределения тяжелых металлов в ряду «вода-взвешенные вещества-донные отложения» речных экосистем. Аналитич. обзор. Новосибирск: Изд. ГПНТБ СО РАН. 2001. 58 с. (Сер. Экология. Вып. 62).
 РД 52.24.609-2013. Организация и проведение наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов.
 Соколова О.В. Экспериментальное исследование и термодинамическое моделирование миграции тяжелых металлов в системе «вода - донные отложения» в зоне антропогенного воздействия: дисс. ...к.г.-м.н. Москва. 2008. 89 с.
 Янин Е.П. Техногенные геохимические ассоциации в донных отложениях малых рек (состав, особенности, методы оценки). 2002. 52 с.

УДК 593.17

ФАУНА И БИОЛОГО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИНFUЗОРИЙ МАЛЫХ РЕК ОКРЕСТНОСТЕЙ Г. ХАБАРОВСКА

М. М. Трибун

Дальневосточный государственный университет путей сообщения
 680013, г. Хабаровск, ул. Ленина д. 79, кв.6, bitter_joy@list.ru

В данной статье исследуется цилиатное население малых рек окрестностей г. Хабаровска. В ходе исследования было выявлено 55 видов инфузорий. Основу цилиофауны составляют виды средних размеров (40–100 мкм), бактерио-детритофаги по типу питания. Большинство видов инфузорий являются бентосными, приуроченными к проживанию на дне или в самом грунте водотока.

Ключевые слова: инфузории, цилиофауна, малые реки, протисты, г. Хабаровск.

Summary: in this article investigate the ciliata population of small rivers of Khabarovsk territory. During research revealed 55 types of infusorians. The basis of ciliofauna is made by types of the average sizes (40–100mkm), bakterio-detrifagi as food. The majority of types of infusorians are bentosny, dated for accommodation at a bottom or in the soil of a waterway.

Keywords: infusorians, ciliofauna, small rivers, protists, Khabarovsk.

Малые реки представляют собой самый многочисленный вид водных объектов на территории Дальневосточного региона. Осуществляя их постоянный мониторинг, можно прогнозировать дальнейшую судьбу более мощных и крупных водных артерий (Лызова, 2007; Гаретова, 2008). Сегодня водотоки рек Красная, Черная и Березовая испытывают серьезное антропогенное давление со стороны предприятий, коммунально-бытовых хозяйств и населения, поэтому изучение и дальнейшее сохранение биоразнообразия малых рек способствует фор-

мированию устойчивых экосистем. Составной частью биоценозов являются простейшие (Protista) и, в том числе, инфузории (Ciliophora), представляющие весьма специфичную трофическую группу. С одной стороны, цилиата — неотъемлемый компонент пищевого рациона других групп гидробионтов (коловраток, личинок беспозвоночных и мальков рыб), а с другой стороны — участники процесса разложения органического вещества. Инфузории являются неотъемлемым звеном в переносе энергии и вещества между трофическими уровнями в экосистеме. Не менее значимая роль цилиат — использование их в качестве индикаторов состояния окружающей среды.

Цель работы — определить фауну и биолого-экологические особенности инфузорий малых рек окрестностей г. Хабаровска.

В плане реализации цели нами были поставлены следующие задачи:

1. Исследовать фауну инфузорий малых рек окрестностей г. Хабаровска: Красная, Черная, Березовая.
2. Изучить трофическую, размерную и биотопическую структуры сообществ инфузорий исследованных водотоков.

Материалы и методы исследования. Местом отбора проб послужили малые реки окрестностей г. Хабаровска — рр. Черная, Красная и Березовая. В работу включены данные, собранные в весенний, летний и осенний периоды с 2009 по 2012 гг. Отбор проб осуществлялся ежемесячно на каждом контрольном участке. Всего за время исследования было обработано свыше 230 проб.

Река Черная берет начало на восточной окраине г. Хабаровска. Длина реки 48 км, площадь водосбора 300 км². Русло слабоизвилистое, шириной до 3 м, глубиной 0.2–0.5 м. Река Черная относится к водотокам с паводочным режимом в теплую часть года. Вода для питья не пригодна, так как 2/3 площади бассейна реки протекают по территории сельскохозяйственных угодий, с которых происходит сброс неочищенных сточных вод в водоток. По гидрохимической оценке качества поверхностных вод р. Черная отнесена к категории «экстремально грязной».

Река Березовая берет начало у северо-восточной окраины г. Хабаровска и впадает в Хохлацкую протоку (система Амура). Длина реки 30 км, площадь водосбора 105 км². Две трети ее площади распаханно, значительные участки заняты строениями. Долина реки преимущественно широкая, с пологими склонами. Вследствие сильного загрязнения сточными водами, вода реки для питья непригодна (используется для полива огородов) и классифицируется как «экстремально грязная».

Река Красная берет начало в северо-западных отрогах хребта Малый Хехцир на высоте около 200 м и протекает в южной части города Хабаровска. Длина водотока составляет 16 км. Русло слабоизвилистое. Ширина Красной в истоках не превышает 2 м. В среднем и нижнем течениях ширина увеличивается до 5 м, в отдельных местах — до 10 м. Глубина в верхнем течении около 0.5 м. В среднем и нижнем — в отдельных местах достигает до 3–5 м. По гидрохимической оценке качества поверхностных вод река отнесена к категории «очень грязная».

Отбор гидробиологических проб в малых реках окрестностей г. Хабаровска осуществляли с использованием пробоотборников и модифицированного метода «стекол обрастания».

Изучение цилиофауны проводили под микроскопами «Leica DME» и «Motic BA300», с использованием камеры «Webbers MyScope 300M». Обработка микрофотографий, измерение морфометрических показателей инфузорий осуществляли в программах «Scope Photo» и «Motic Images Plus 2.0», а также с применением окуляр-микрометра. Статистическую обработку данных производили с использованием программных средств Microsoft Office.

Видовое определение инфузорий осуществляли с использованием описаний, представленных в работах: Чорик (1968), Corliss (1979), Никитина (1997), Алекперов (2005), Протисты (2007). Для выявления ядерного и ресничного аппаратов клеток простейших нами были использованы стандартные цитохимические и зоологические методики, подробно изложенные в специальной литературе.

Результаты и обсуждение. В ходе исследования нами было зарегистрировано 55 видов инфузорий (табл.3), относящихся к 2 подтипам (Postciliodesmatophora и Intramacronucleata) и десяти классам, из которых самыми многочисленными были — Oligohymenophorea (19 видов или 34.5%) и Spirotrichea (9 видов или 16%), образующие половину от всей выявленной цилиофауны (рис. 1).

Наибольшее число представителей инфузорий относится к родам *Vorticella* (5 видов), *Chilodonella* (3 вида) и *Paramecium* (3), также по 2 вида было зарегистрировано из родов *Colpidium*, *Carchesium*, *Coleps*, *Colpoda*, *Metopus*, *Tokophrya*, *Podophrya*, *Stylonychia*, *Stentor*, *Spirostomum*.

Отдельно следует отметить находки *Holosticha navicularum* в гидробиологических образцах. Особи этого вида не были обнаружены нами в водотоках, но в процессе вторичной сукцессии голостихи появлялись эпизодически и в довольно большом количестве. Тем не менее, по данным И.А. Дружининой (2002), инфузории рода *Holosticha* эврибионтны и в значительном числе встречаются в ряде пресных водотоков. Часть протистофауны малых рек окрестностей г. Хабаровска представлена видами подкласса Peritrichia (16%), основную долю которых составляют виды рода *Vorticella*. Представители Peritrichia встречаются эпизодически и в небольшом количестве. Данная закономерность обусловлена рядом факторов: низким содержанием растворенного в воде кислорода, жесткой межвидовой борьбой, скоростью течения (Бараусова, 1990).

В р. Красная нами было выявлено 36 видов инфузорий, что соответствует 65.5% от всей фауны цилиат исследованных водотоков. В р. Черная — 33 вида (60%) и 25 видов в р. Березовая (47%).

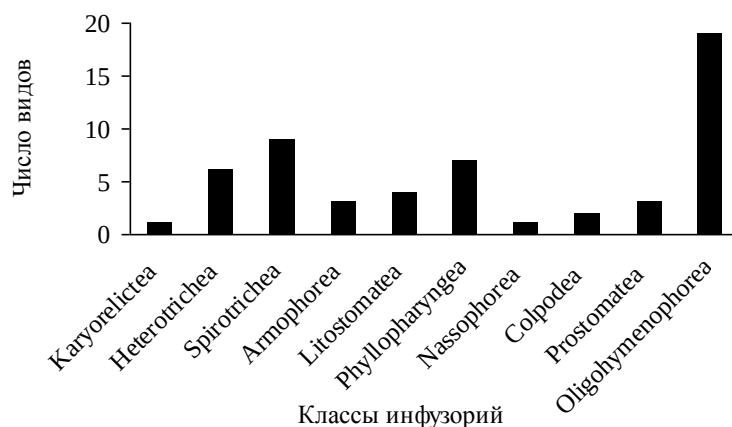


Рис. 1. Таксономический состав инфузорий малых рек окрестностей г. Хабаровска.

Анализируя результаты исследования, установили, что размеры пресноводных инфузорий малых рек окрестностей г. Хабаровска варьируют в широком диапазоне от 30 мкм до 1000 мкм. Используя принятую методику (Быкова, 2005), выделили несколько размерных классов цилиат: < 40 мкм; 40-100 мкм; 100-200 мкм; >200 мкм (рис. 2).

Первый размерный класс был представлен беднее всего — 3 вида или 5.5% от общего состава цилиофауны исследуемых водотоков (*Aspidisca costata*, *Podophrya fallax*, *Vorticella microstoma*). Второй класс — от 40 до 100 мкм, составляет более половины (53%) инфузорий малых рек окрестностей г. Хабаровска. Виды крупных размерных диапазонов (100–200 мкм и более 200 мкм) составляют треть от всей выявленной цилиофауны.

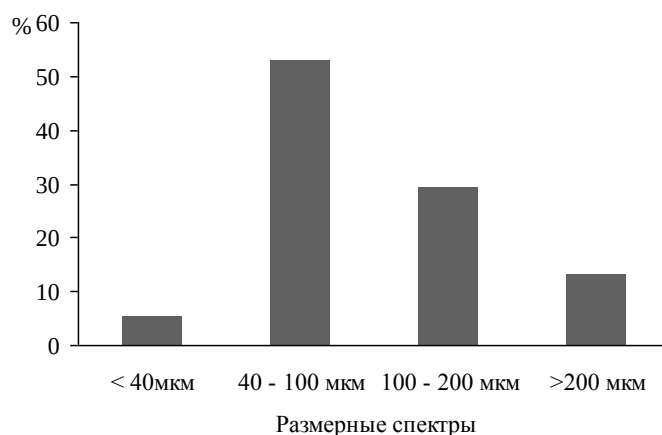


Рис. 2. Размерный спектр цилиат малых рек окрестностей г. Хабаровска.

Интересные исследования в области размерных категорий инфузорий представил В. Фойсснер (Foissner et al., 1999). Согласно данным ученого, средняя длина пресноводных цилиат составляет 162 мкм, а в малых реках окрестностей г. Хабаровска — 130 мкм. Возможно, что на уменьшение размеров инфузорий пригорода Хабаровска влияет серьезное антропогенное давление, а также ряд абиотических (температура) и биотических (межвидовая конкуренция) факторов.

Таким образом, в исследуемых водотоках доминируют, как правило, небольшие виды цилиата с линейными размерами от 40 до 100 мкм.

Трофическая структура цилиофауны малых рек окрестностей г. Хабаровска представлена на рисунке 3. Большинство цилиата исследованных малых рек относятся к бактерио-детритофагам, основную часть рациона которых составляют бактерии и детрит. Сообщество бактериофагов широко распространено в пресноводных экосистемах различного ранга, там, где активно разлагается органическое вещество и развивается микрофлора. На долю этой трофической группы инфузорий приходится 64% от всей выявленной цилиофауны. Число видов хищников (рода *Tokophrya*, *Litonotus*, *Coleps*, *Didinium*, *Podophrya* и т.д) составляет 18% от всего видового разнообразия цилиат.

Основу сообществ пресноводных цилиата составляют бентосные формы, приуроченные к проживанию на дне или в самом грунте водотока. Все виды перифитона, встречающиеся в обрастании, разделены на следующие группы: прикрепленные («истинно перифитонные»); подвижные перифитонно-бентосные («типичные»); подвижные планктонно-бентосные («случайные») (Быкова, 2005).

Прикрепленные виды: *Epistylis polenici*, *Opercularia* sp., *Vorticella campanula*, *V. convallaria*, *Podophrya fallax*, *Tokophrya quadripartita*, *T. mollis* и т.д. Эти сидячие виды весьма многочисленны и составляют многоярусную структуру.

Подвижные перифитонно-бентосные: *Chilodonella cucullus*, *Euplotes patella*, *Aspidisca costata*, *Stylonychia mytilus*. Многие из видов этой группы часто встречаются в бентосе, где перемещаются по субстрату.

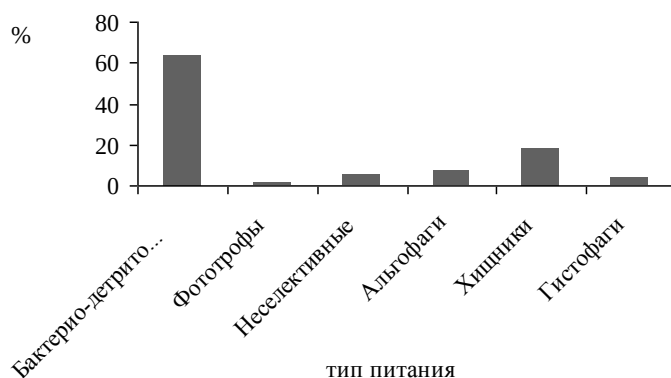


Рис. 3. Трофическая структура цилиофауны малых рек окрестностей г. Хабаровска.

Подвижные планктонно-бентосные: *Hemiphrys procera*, *Litonotus lamella*, *Lacrymaria olor* и др. Основу сообщества составляют парящие виды, имеющие ряд приспособлений для передвижения в толще воды (обтекаемая форма тела, венчик ресничек или мембранелл).

Выводы:

1. В ходе исследования нами было выявлено 55 видов инфузорий, относящихся к 2 подтипам и десяти классам, из которых самыми многочисленными были — Oligohymenophorea (19 видов или 34.5%) и Spirotrichea (9 видов или 16%).
2. Установили, что в малых реках окрестностей г. Хабаровска доминируют, как правило, небольшие виды инфузорий с линейными размерами от 40 до 100 мкм.
3. Основу трофической структуры цилиатного населения составляют бактерио-детритофаги, на долю которых приходится 64% всего видового разнообразия инфузорий исследованных водотоков.
4. Подавляющее большинство видов цилиата представлены бентосными формами, приуроченными к проживанию на дне или в самом грунте водного объекта.

Список литературы

- Алекперов И.Х. Атлас свободноживущих инфузорий. Ин-т зоологии НАН Азербайджана. Баку, 2005. 310 с.
- Бараусова О.М. Адаптивная изменчивость рода *Vorticella* (Peritricha Sessilina) // Экология морских и пресноводных свободноживущих простейших. Л.: Наука, 1990. Вып. 13. С. 93–98.
- Быкова С.А. Фауна и экология инфузорий малых водоемов Самарской Луки и Саратовского водохранилища: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. Тольятти, 2005. 207 с.
- Гаретова Л.А. Пресноводные экосистемы бассейна реки Амур // Количественные оценки экологического состояния малых рек Хабаровского края. Владивосток: Дальнаука, 2008. С.111–122.
- Дружинина И.В. Инфузории (Ciliata, Ciliophora) литоральной зоны озера Ильмень (фаунистические комплексы, морфология, биология): дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2002. 287 с.
- Лызова А.В. Влияние трансграничного загрязнения р. Амур на водные биологические ресурсы // Известия ТИНРО: Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр. Хабаровск. 2007. С. 262–274.
- Никитина Л.И. Почвенные инфузории Среднего Приамурья: Монография. Хабаровск: Изд-во ХГПУ, 1997. 102 с.
- Протисты: Руководство по зоологии. СПб.: Наука, 2007. Ч.2. 1144 с.
- Чорик Ф.П. Свободноживущие инфузории водоемов Молдавии. Кишинев. 1968. 251 с.
- Corliss J.O. The Ciliated Protozoa. Oxford: Pergamon Press, 1979. 455 p.
- Foissner W., Berger H., Schamburg J. Identification and ecology of limnetic plankton Ciliates // Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft. 1999. H.3. 793 p.

УДК 556.535.2

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА МАЛЫХ РЕК ВОЛЖСКО-КАМСКОГО ЗАПОВЕДНИКА (РЕСПУБЛИКА ТАТАРСТАН)

Е. Н. Унковская

Федеральное государственное бюджетное учреждение

«Волжско-Камский государственный природный биосферный заповедник»,

Республика Татарстан, Зеленодольский район, пос. Садовый, ул. Вехова, дом 1, L-unka@mail.ru

В статье характеризуется гидрологический режим малых рек Сумка и Сер-Булак, протекающих по территории Волжско-Камского заповедника. Представлена сравнительная характеристика стока воды и взвешенных наносов на разных гидрометрических постах, показано влияние залесенности водосборного бассейна на уровневый режим и мутность воды в период весеннего половодья. Указывается на изменение гидрологического режима реки в результате средообразующей деятельности бобра.

Ключевые слова: гидрологический режим, весеннее половодье, сток воды и взвешенных наносов.

The hydrological regime of Volzhsko-Kamsky Reserve two small rivers (Sumka and Ser-Bulak) is discussed. We presented the compere characteristic of water flow and sedimentation on the different hydrometric plots; illustrated the influence of water-collection basin wood-covering on the water level in the spring flood-time; monitor the influence of beaver activity on hydrological regime of rivers.

Keywords: hydrological regime, spring flood-time, water flow and sedimentation.

Гидрографическая сеть Раифского участка Волжско-Камского заповедника и его охранной зоны представлена р. Сумка (длина реки 36.5 км; протяженность по территории заповедника — 9 км), ее притоком р. Сер-Булак (длина реки 11.5 км; протяженность по территории заповедника — 9 км) и расположенными в их долинах суффозионно-карстовыми озерами. В долине р. Сумка расположены 3 проточных озера: первым по течению находится оз. Белое (площадь 0.07 км², максимальная глубина 4.0 м); через 2.5 км, в месте слияния рек Сумка и Сер-Булак, расположено заповедное озеро Раифское (площадь 0.32 км², максимальная глубина 19.1 м) и через 3 км — оз. Ильинское (площадь 0.23 км², максимальная глубина 17.1 м). На каждом из озер в местах впадения в него реки образовались конусы выноса, по ряду морфологических и генетических признаков близкие к дельтам выдвижения, возникающих в устьях крупных рек (Мозжерин и др., 2012). В долине р. Сер-Булак расположено заповедное оз. Линево (площадь 0.07 км², максимальная глубина 5.4 м) и оз. Карасиха (площадь 0.04 км², максимальная глубина 10.8 м). Значительное влияние на водный режим рек в прошлом оказывал сток «сухой» р. Сопа (приток р. Сумка), осуществляемый только в период весеннего половодья (Унковская и др., 2002). По показателям бассейна р. Сумка имеет неразвитую асимметричную сеть притоков с равнинным характером течения.

Водосборный бассейн р. Сумка составляет 189.5 км², из которого 20.5% приходится на бассейн р. Сер-Булак (Унковская и др., 2012). Бассейн р. Сумка покрыт лесом всего на 46%, в основном на территории заповедника; кроме того, в верхнем и среднем течение река протекает через сельскохозяйственные угодья, на которых большое развитие получили эрозионные процессы. Бассейн р. Сер-Булак практически полностью залесен. (Унковская и др., 2002). Активная эрозионная деятельность рек Сумка и Сопа вызвали значительное заиление и уменьшение площади заповедных озер: площадь оз. Раифское за период с 1920 по 2005 гг. сократилась на 31%, максимальная глубина — на 5.98 м (Унковская и др., 2008). Одним из возможных путей решения сохранения и восстановления естественного режима уникальной гидросистемы послужила реакклиматизация европейского бобра, выпущенного в 1996–1997 г.г. (Gorshkov, 2011). В настоящий период на территории заповедника и прилегающих участках зарегистрировано более 60 плотин, сформировались целые поселения. Однако распределение их неравномерно — часть приходится на р. Сумка (более 20 плотин), по р. Сер-Булак и его притокам в верхнем и среднем течении образовался каскад плотин и обширных прудов (площадью 0.2–6.9 га) (Горшков, 2006). Частичное зарегулирование русла рек в результате строительной деятельности бобра рассматривается нами как естественное воздействие на режим, прежде всего, р. Сер-Булак. Существенных изменений в режиме р. Сумка на территории заповедника нет.

Мониторинговые наблюдения за гидрологическим режимом р. Сумка и её притоков проводятся в заповеднике с 1996 г. на сети постоянных гидрометрических постов. Посты расположены на реках в местах впадения и выхода из озер с целью определения степени воздействия каждого водотока на заповедные озера (Белое, Раифское, Линево, Карасиха). Измерения стока воды и взвешенных наносов проводились в разные годы на определенных постах. Особенности половодий исследуемых рек в 1996–2000 гг., влияние эрозионно-аккумулятивных процессов р. Сумка на заиление озер, воздействие климатических условий 2010 г. на сток рек были рассмотрены в ранее опубликованных работах (Унковская и др., 2002; Унковская, 2011; Мозжерин и др., 2012; Унковская и др., 2012). В настоящей статье в сравнении с многолетними данными обсуждаются результаты измерений расходов воды и взвешенных наносов р. Сумка («вход и выход из оз. Белое», «вход в оз. Раифское»), р. Сер-Булак («вход и выход из оз. Линево», «вход в оз. Карасиха) и дополнительно на р. Сопа в период весеннего половодья 2012–2013 г. Инструментальные измерения на данных постах проводились один раз в сутки. Скорость течения измерялась гидрометрической вертушкой ГР-21 М на 3–5 вертикалях в 1–3 точках, в зависимости от ширины и глубины водотока. Интегральные пробы на взвешенные частицы отбирались в объеме 1.5–2.5 л и обрабатывались на приборе Куприна в лаборатории заповедника. Расчет общего стока и наносов выполнялся аналитическим способом (Наставления ...). Дополнительные наблюдения за уровнем воды проводились в течение весенне-осеннего периода до образования ледового покрова на реках.

Гидрологический режим р. Сумка и её притока р. Сер-Булак соответствует равнинному с выраженным весенним половодьем (76–82% от годового стока), низкой летней и зимней меженью, и нерегулярным паводком в осенний период. Общий годовой сток р. Сумка составляет 5–13 млн. м³, р. Сер-Булак — около 3 млн. м³ и сильно зависит от климатических условий года (Унковская и др., 2002). Для р. Сумка характерно значительное повышение уровня воды и увеличение расходов воды в период половодья, на р. Сер-Булак режим более выровненный, что связано, с обесценностью водосбора и с водорегулирующей ролью болот, через которые река протекает. В последние годы значительную роль играет зарегулирование стока бобровыми плотинами. В летний период реки частично пересыхают, редко — после ливней — могут происходить паводки с повышением уровня воды до 1.3–1.5 м. Следует отметить, что после реакклиматизации бобра пересыхание р. Сумка в среднем течении практически не наблюдалось, за исключением аномально жаркого лета 2010 г. (Унковская и др., 2012). Река Сер-Булак пересыхает регулярно и сроки возобновления стока реки зависят от погодных условий, в последние годы возобновление стока реки в нижнем течении не наблюдалось до ледостава или совсем не происходило. Зимняя межень в начале соответствует летней, однако, с конца декабря и до середины февраля реки,

как правило, промерзают до дна. Для Сер-Булака отмечаются зимние паводки, которые происходят после оттепелей, и связаны с водами болотных массивов в долине реки (Унковская и др., 2002).

Различия в гидрологическом режиме малых рек, протекающих по эрозионной (реки Сумка, Сопа) и залесенной площади (р. Сер-Булак) особенно резко проявились в ходе весеннего половодья 2012 г. Начало половодья в 2012 г. было отмечено практически одновременно на всех постах в первой декаде апреля. Быстрое снеготаяние в середине апреля изменило равномерный характер подъема уровня воды и вызвало резкое (в течение 5–6 часов) повышение уровня и как, следствие, затопление поймы рек Сумка и Сопа. Так, в пик половодья уровень воды на р. Сумка на разных постах составлял от 2.10 до 3.6 м при расходе воды от 7.075 до 18.592 м³/с. Максимальный расход взвешенных наносов составил 11.327–16.711 кг/с при величине мутности единичных проб от 1077.9 до 2194.2 г/м³. На р. Сопа в течение одного дня подъем уровня воды составил 0.5 м (с 0.80 до 1.3 м) при увеличении расходов воды с 2.912 до 13.675 м³/с. Расход взвешенных наносов на данном посту был ниже, чем на р. Сумка — 0.674 кг/с — при единичной мутности до 495 г/м³. Однако подъем уровня воды на лесной р. Сер-Булак в это время составил на разных постах всего 1.15–1.30 м при расходе воды 0.865–1.792 м³/с, разлива реки не наблюдалось (рис. 1). Расход взвешенных наносов был небольшой — 0.020–0.133 кг/с — при максимальной величине мутности единичных проб 54.4–87.4 г/м³. Общий сток воды на р. Сумка составил за период половодья 4.54–5.07 млн. м³, на р. Сопа — 0.73 млн. м³, на р. Сер-Булак — 0.60–0.95 млн. м³. Общий сток взвешенных наносов на р. Сумка соответствовал 1.58–3.33 тыс. м³, на р. Сопа — 0.13 тыс. м³ и на р. Сер-Булак — 0.02–0.04 тыс. м³. Следует отметить, что из-за погодных условий весны 2012 г. сток воды на р. Сумка и Сопа был в 1.9–3.2 раза выше показателей 2011 г., а сток наносов превысил значения предыдущего года в 9.9–17.7 раза. На р. Сер-Булак таких превышений не отмечалось.

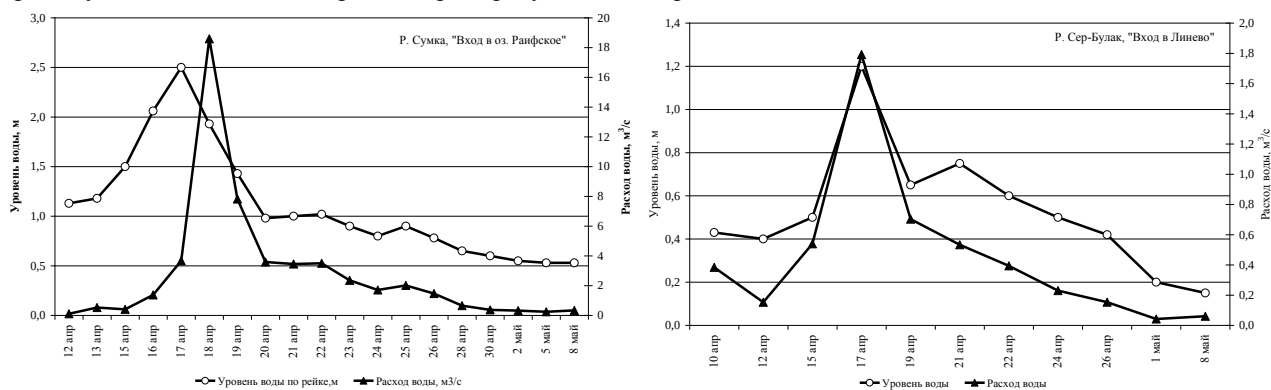


Рис. 1. Динамика уровня и расхода воды р. р. Сумка и Сер-Булак в период весеннего половодья 2012 г.

Половодье 2013 г. характеризовалось незначительным подъемом уровня воды и неравномерным наполнением русел рек из-за затяжного характера снеготаяния и особенностей рельефа местности. Сроки начала половодья расходились на 2–3 дня на каждом посту: 6 апреля начался сток талой воды по р. Сумка, 9 апреля — по р. Сопа. Особенностью 2013 г. стали разные сроки наступления половодья на р. Сер-Булак: сток талой воды раньше был отмечен в нижнем течении реки, где заполнение русла происходило из заболоченной низины выше по течению (03.04), 11.04 начался сток в верхнем течении (пост «Вход в оз. Линево»). Сток в среднем течении начался только 17 апреля, что связано с постепенным наполнением весенней водой большого бобрового пруда, расположенного выше по течению и невысокой скоростью снеготаяния в данный период. Подъем уровня воды на постах р. Сумка составил 1.3–1.7 м при максимальном расходе воды 2.537–3.961 м³/с. Максимальный расход взвешенных наносов изменялся в пределах 0.203–1.285 кг/с при величине мутности единичных проб от 142.7–366.0 г/м³. На р. Сопа максимальные величины уровня воды, расходов воды и наносов равнялись соответственно 0.79 м, 1.855 м³/с и 0.196 кг/с. На р. Сер-Булак уровень воды повышался до отметок 0.65–1.22 м при расходе воды 0.697–0.880 м³/с. Расход взвешенных наносов был небольшой — 0.013–0.028 кг/с — при максимальной величине мутности единичных проб 34.1–83.7 г/м³. Общий сток воды на постах р. Сумка изменялся от 2.75 до 4.06 млн. м³, на р. Сопа составил 1.24 млн. м³, на р. Сер-Булак — 0.37–0.56 млн. м³. Общий сток взвешенных наносов на постах р. Сумка соответствовал 0.18–0.36 тыс. т, на р. Сопа — 0.06 тыс. т, на р. Сер-Булак — 0.01 тыс. т., что значительно ниже показателей 2012 г. (рис. 2).

Анализируя ход весеннего половодья малых рек заповедника, можно сказать, что подъем уровня воды напрямую зависит от метеорологических особенностей года, характера снеготаяния и рельефа местности. Зарегулирование бобровыми плотинами русла рек сказывается, прежде всего, на уменьшении величины, как единичных расходов взвешенных наносов, так общего объема поступающих в водоток песчано-илистых частиц. Для сравнения в таблице 1 приводятся данные основных гидрологических показателей р. Сумка (центральный пост заповедника) и р. Сер-Булак (посты на всем протяжении реки по территории заповедника) до вселения бобров (1996 г.) и в период 2012–2013 гг. При низком уровне воды и медленном снеготаянии (как в 2013 г.) зарегулирование повлияло только на сроки начала половодья и незначительное снижение расходов взвешенных наносов.

Таким образом, на гидрологический режим (уровневый режим, общий сток воды) малых рек влияют погодные условия, особенно в период половодья. Сток взвешенных наносов дополнительно определяется состоянием водосбора: степенью залесенности, густотой овражной сети, площадью эродированных земель. Макси-

мальный сток наносов отмечается на реках, протекающих по антропогенно нарушенной территории. Зарегулирование русла рек бобровыми плотинами оказывает локальное воздействие. Режим малых рек непосредственно влияет на экологическое состояние проточных водоемов.

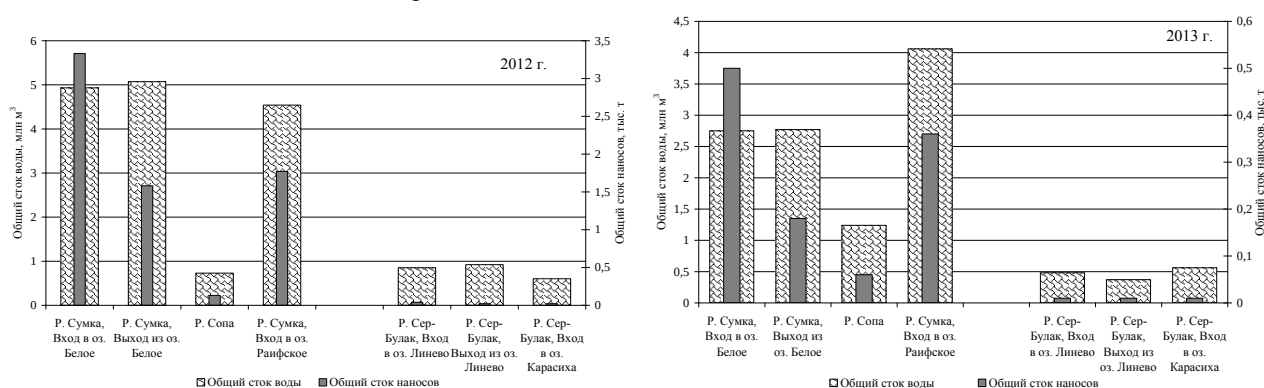


Рис. 2. Распределение общего стока воды и взвешенных наносов по постам р. Сумка и её притокам в период весеннего половодья 2012–2013 гг.

Таблица 1. Динамика уровня воды (Н, м), расходов воды (Q, млн. м³) и взвешенных наносов (R, тыс. т) р. Сумка и р. Сер-Булак в период весеннего половодья 1996 г. и 2012–2013 гг.

Год/Пост	1996 год			2012 год			2013 год		
	Н	Q	R	Н	Q	R	Н	Q	R
Р. Сумка. Вход в оз. Раифское	0.4-1.6 0.90*	0.117-5.807 1.416	0.021-1.652 0.294	1.1-3.3 1.87	0.116-7.515 2.758	0.003-15.388 2.103	0.7-1.7 1.31	0.289-5.901 2.363	0.015-1.129 0.215
Р. Сер-Булак. Вход в оз. Линево	0.2-1.0 0.49	0.104-1.303 0.402	0.003-0.053 0.023	0.2-1.2 0.53	0.042-1.792 0.453	0.0003-0.113 0.020	0.4-1.4 0.93	0.092-0.880 0.366	0.001-0.018 0.011
Р. Сер-Булак. Выход из оз. Линево	0.3-1.5 0.84	0.149-1.447 0.497	0.004-0.154 0.029	0.4-1.2 0.73	0.072-1.024 0.453	0.0003-0.02 0.010	0.7-1.2 0.87	0.205-0.775 0.493	0.001-0.028 0.011
Р. Сер-Булак. Вход в оз. Карасиха	1.0-1.7 1.40**	—	—	0.4-1.3 0.58	0.056-0.865 0.331	0.001-0.036 0.011	0.5-0.7 0.58	0.184-0.697 0.421	0.001-0.013 0.007

Примечание: * — в числителе — минимальные и максимальные значения, в знаменателе — средние; ** — данные р. Сер-Булак. в 100 м ниже поста. «—» — инструментальные измерения не проводились.

Список литературы

- Наставления гидрометрическим постам и станциям. Вып. 6. ч. 2. Гидрологические наблюдения на постах. Л.: Гидрометеоиздат, 1975. 263 с.
- Горшков Д.Ю. Строительная деятельность бобра (*Castor fiber* L.) на водотоках Волжско-Камского заповедника и влияние бобровых плотин на осаждение взвешенных наносов // Тр. Волжско-Камского государственного природного заповедника. Выпуск 6 / под. ред. О.В. Бакина и Ю.А. Горшкова. Казань, 2005. С. 105–115.
- Мозжерин В.В., Унковская А.А., Унковская Е.Н. Влияние эрозионно-аккумулятивной деятельности малой реки Сумка на заиление озера Раифское (Волжско-Камский заповедник) // Малые реки: экологическое состояние и перспективы развития: Мат. докл. II Всерос. конф. с междунар. участием (Чебоксары. 7–8 декабря 2012 г.). Чебоксары: Перфектум, 2012. С. 17–21.
- Унковская Е.Н., Мингазова Н.М., Павлова Л.Р. Гидрологическая и гидрохимическая характеристика водоемов Раифы // Тр. Волжско-Камского государственного природного заповедника. Выпуск 5 / под общ. ред. О.В. Бакина и Ю.А. Горшкова. Казань, 2002. С. 9–37.
- Унковская Е.Н., Кисляков А.В. Динамика морфометрических показателей озер Раифского участка Волжско-Камского заповедника // Природные, социально-экономические и этнокультурные процессы в России. Часть 1. Мат. Всерос. научно-практич. конф., посвященной 120-летию образования кафедры физической географии и этнографии в Казанском университете. Казань: Изд-во «Алма-Лит», 2008. С. 288–292.
- Унковская Е.Н. Влияние стока взвешенных наносов р. Сумка и Сопы на заиление озер Волжско-Камского заповедника // Экология малых рек в XXI веке: биоразнообразие, глобальные изменения и восстановление экосистем. Тез. докл. Всерос. конф. с междунар. участием (г. Тольятти. 5–8 сентября 2011 г.). Тольятти: Кассандра, 2011. С. 166.
- Унковская Е.Н., Унковская А.А. Гидрологический режим малых рек в условиях естественного и антропогенного воздействия / Региональные исследования природно-территориальных комплексов / под ред. В.В. Сироткина, Р.Р. Денмухаметова. Казань: МеДДок, 2012. С. 114–120 (ISBN 978-5-905775-25-3).
- Gorshkov D.Y., Gorshkov Y.A. History of beaver reintroduction in Tatarstan Republic // Restoring the European Beaver 50 Years of Experience. Pensoft Publishers. 2011. P. 39–47.

ИССЛЕДОВАНИЕ МАКРОЗООБЕНТОСА КАК КОРМОВОГО ОБЪЕКТА РУССКОЙ ВЫХУХОЛИ НА МАЛЫХ РЕКАХ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Е. И. Филинова, *Ю. А. Малинина, **М. Л. Опарин, **О. С. Опарина

*Саратовское отделение ФГБНУ ГОСНИОРХ, г. Саратов, Россия, 410002, Саратов, ул. Чернышевского, 152

**Саратовский филиал ИПТЭЭ им.А.Н. Северцова РАН, г. Саратов, Россия, e-mail: e.filinowa@yandex.ru

Исследован макрозообентос двух малых рек Донского бассейна в Саратовской области. Установлено, что в пределах исторического ареала выхухолы русской (*Desmana moschata* Linnaeus, 1758) в среднем течении рек Аркадак и Баланда, уровень развития биомассы макрозообентоса на протяжении всего вегетационного периода достаточен для обеспечения пищевых потребностей русской выхухолы и не является лимитирующим фактором ее обитания на данной территории.

Ключевые слова: макрозообентос, русская выхухоль, малые реки, биомасса.

STUDY OF MACRO ZOOBENTHOS AS EDIBLE OBJECT *DESMANA MOSHATA* ON SMALL RIVERS OF THE SARATOV REGION

*Ye. I. Filinova, *J. A. Malinina, **M. L. Oparin, **O. S. Oparina

*State Research Institute on Lake and River Fisheries Saratov Department

Russia, 410002, Saratov, Chernyshevskiy st., 152

** A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Saratov Department, e-mail: e.filinowa@yandex.ru

Analysis of macro zoobenthos of two small rivers, the Don basin in the Saratov region has shown that within the historical range *Desmana moschata* Linnaeus, 1758, the level of development of biomass of benthos throughout the growing period is sufficient to ensure the food needs of the *D. moschata* and is not a limiting factor in its Habitat in the area.

Keywords: macrozoobenthos, Russian desman, small rivers, biomass.

Главными условиями, определяющими пригодность водоема для обитания русской выхухолы (*Desmana moschata* Linnaeus, 1758), реликтового вида полуводных млекопитающих, занесенного в Красную книгу РФ, считаются удобства норения и наличие достаточной кормовой базы (Барабаш-Никифоров, Красовский, 1971; Хахин, 2009). Основные коренные места обитания выхухолы были приурочены в Саратовской области к поймам рек Донского бассейна (Хахин, Иванов, 1990). Согласно опросным данным, полученным у охотников и рыболовов, последние встречи выхухолы русской регистрировали в р. Аркадак в 2004 г. и в р. Баланда в 2008 г.

Выхухоль всеядна, однако при довольно широком спектре питания отдает предпочтение животной пище. Обобщенные Л.П. Бородиным (1962) сведения о питании русской выхухолы свидетельствуют, что частота встречаемости водных беспозвоночных в желудках зверьков в 4–10 раз больше по сравнению с растительной пищей и на 1–2 порядка выше по сравнению с позвоночными. Потребляемые выхухолью корма четко делятся на основные, поедаемые зверьками наиболее часто в течение всего года (личинки насекомых, пиявки и моллюски), второстепенные (взрослые насекомые, в основном жуки; дождевые и другие малошетинковые черви, рыба, растительные корма) и случайные (ракообразные, клопы, наземные беспозвоночные).

Кормовая обеспеченность в значительной мере определяет плотность заселения выхухолью русской берегов водоемов. По данным Г.В. Хахина и А.А. Иванова (1990), в пойменных озерах, где было обнаружено от 6 до 47 нор грызунов, биомасса кормового зообентоса составляла 34.67–48.21 г/м². В водоемах, с числом учтенных нор 1–4, биомасса зообентоса не превышала 3 г/м².

Цель работы — оценка кормовой обеспеченности выхухолы русской в местах возможного обитания данного на территории Саратовской области. Для этого анализировали состояние макрозообентоса, как основного кормового компонента выхухолы, в предполагаемых местах ее обитания — р. Аркадак и р. Баланда. По гидрологическим параметрам исследуемые водотоки относятся к категории малых рек (Алексеевский и др., 1998; Водограевский, 1990) и являются притоками р. Дона 2-го порядка (рис. 1).

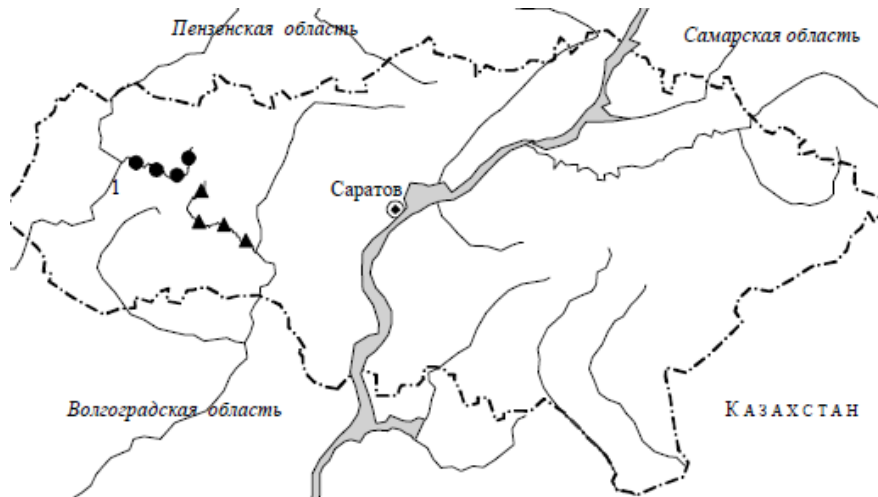


Рис. 1. Схема отбора гидробиологических проб: ● — на р. Аркадак, ▲ — на р. Баланда.

Водосбор исследованных рек расположен на западных пологих склонах Приволжской возвышенности. Они имеют небольшое падение и постоянное течение, так как протекают в наиболее увлажненной части Саратовской области, где достаточно велика доля дождевого питания. Средние глубины составляют 2–3 м, хотя перепады их достигают 8–10 м, скорость течения на плесах 0.1–0.17 м/с, на перекатах может достигать 1 м/с. По степени зарастания высшей водной растительностью (ВВР), по классификации Папченко (2001) исследованные треки рек можно отнести к пятому — значительно заросшему и шестому — сильно заросшему классам зарастания (Опарина и др., 2012). На исследуемых участках дно водотоков выстилало песчаные и глинистые донные грунты с разной степенью заиленности. Как правило, на глубине до 1 м имелся незначительный наил, с увеличением глубины степень заиления повышалась. В мае илстые отложения были с примесью переработанного грубого детрита прошлой годней высшей водной и наземной растительности. В конце июля значительную часть донных отложений составляли остатки разлагающейся ВВР вегетации текущего сезона, поздней осенью — гниющие ВВР и лиственный опад древесных и кустарниковых пород, произрастающих по берегам водотоков. На исследуемых участках малых рек прозрачность воды варьировала от 0.2 до 1.2 м. Максимальные показатели прозрачности регистрировали в межень период в зарослях ВВР, минимальные в период высокой воды на спаде половодья.

Пробы зообентоса отбирали в медали и рипах рек, в плесах и на перекатах, в пределах современного ареала русской выхухолы в среднем течении рек Аркадак и Баланда, весной (в мае) при повышенном уровне воды, в летнюю межень (в конце июля) и в осенний период октябре–ноябре в 2011 г. Отбор проб осуществляли скребком и дночерпателем ДАК-250, отобранный материал обрабатывали в соответствии с общепринятой методикой (Митропольский, Мордехай-Болтовской, 1975). При планировании сбора материала принимали во внимание разнообразие биотопов по продольному и поперечному профилям водотоков, предварительно визуально обследовали береговую линию для выявления мест пригодных для обитания зверьков. К кормовому бентосу относили макробеспозвоночных так называемого мягкого бентоса и моллюсков размером до 5 см в соответствии с данными литературы об избирательности кормовых объектов (Бородин, 1962).

На обследованных участках малых рек зообентос представлен преимущественно эврибионтными формами донной фауны, что характерно для плесов среднего течения равнинных малых рек (Жадин, 1940; Алимов и др., 1976; Головатюк, 2005 и др.). Из вторично водных беспозвоночных наиболее разнообразно представлена фауна личинок хирономид (26 видов и групп видов). Кроме того, обнаружены личинки вислорылок (1 вид), поденок (4 вида), ручейников (представители 3-х родов) и прочих беспозвоночных, встречающихся редко и единично (личинки мокрецов, хаборид, стрекоз и др.). Постоянноводная фауна представлена одним видом вышших ракообразных, кольчатыми червями, среди которых идентифицировано 10 таксономических единиц олигохет и 3 — пиявок, а так же моллюсками (20 таксономических единиц). Все указанные систематические группы донных беспозвоночных — потенциальные объекты питания выхухолы (Хахин, Иванов, 1990). Из 79 зарегистрированных видов и групп видов донной фауны в р. Аркадак встречено 71, в р. Баланда — 50. Видовое обилие в р. Аркадак богаче по сравнению с р. Баланда что, вероятно, связано с большим биотопическим разнообразием на исследуемом участке водотока. Коэффициент видового сходства фауны Серенсена исследованных рек равен 72% и подтверждает значительное сходство донной фауны двух малых водотоков.

Количественные показатели всего зообентоса в период исследований на разных биотопах изменялись в широких пределах. В р. Аркадак показатели общей численности донной фауны изменялись от 40 до 6440 экз./м², биомассы — от 0.4 до 2321 г/м², в р. Баланда соответственно — от 40 до 2760 экз./м² и от 0.22 до 3690 г/м². Минимальные показатели зарегистрированы на станциях с глубинами 2.5–4.0 м на песчаной глине с большим количеством гниющего грубого детрита. На таких типах грунта, как правило, отсутствовали крупные двусторчатые моллюски. Максимальные количественные показатели развития зообентоса характерны для песчаных донных грунтов с отложениями в виде наила и небольшого количества разлагающейся ВВР.

Анализ динамики биомассы мягкого зообентоса и моллюсков в р. Аркадак выявил несущественные изменения кормовой обеспеченности выхухолы по сезонам (рис. 2).

Очевидно разнообразие гетеротопной фауны в р. Аркадак нивелирует колебания количественных показателей биомасс водных личиночных стадий у видов с различными сроками превращения по сравнению с менее разнообразной фауной р. Баланда, где эти изменения более выражены (рис. 3). По данным Г.В. Хахина и А.А. Иванова (1990), в наиболее кормных для выхухолы водоемах низкая встречаемость одних кормов компенсируется высокой встречаемостью других, что важно для поддержания достаточной кормовой обеспеченности вида на протяжении вегетационного периода.

Сезонные изменения общей биомассы моллюсков в обоих водотоках несущественны (см. рис. 2, 3). В р. Аркадак в малакофауне преобладали по биомассе брюхоногие моллюски — прудовики, живородки и мелкие двусторчатые — сферииды. Поэтому в размерной структуре значительная часть приходилась на кормовую размерную составляющую (до 5 см длиной). В р. Баланда доминировали крупные двусторчки — перловицы и беззубки. Этим объясняется сравнительно высокие общие показатели биомассы моллюсков на протяжении всего периода исследований. Биомасса мелких форм моллюсков составляла незначительную долю (см. рис. 3).

Анализ показателей биомассы кормовой части донной фауны р. Аркадак и р. Баланда выявил доминирование моллюсков в течение всего вегетационного периода. При этом крупные двусторчки могут составлять до 60% биомассы кормовых моллюсков. С одной стороны крупные моллюски с продолжительным жизненным циклом становятся стабилизирующим фактором в сезонной обеспеченности выхухолы кормом, с другой, как

свидетельствуют данные литературы, униониды от 3 до 5 см — наименее предпочтительные для выхухоли кормовые объекты.

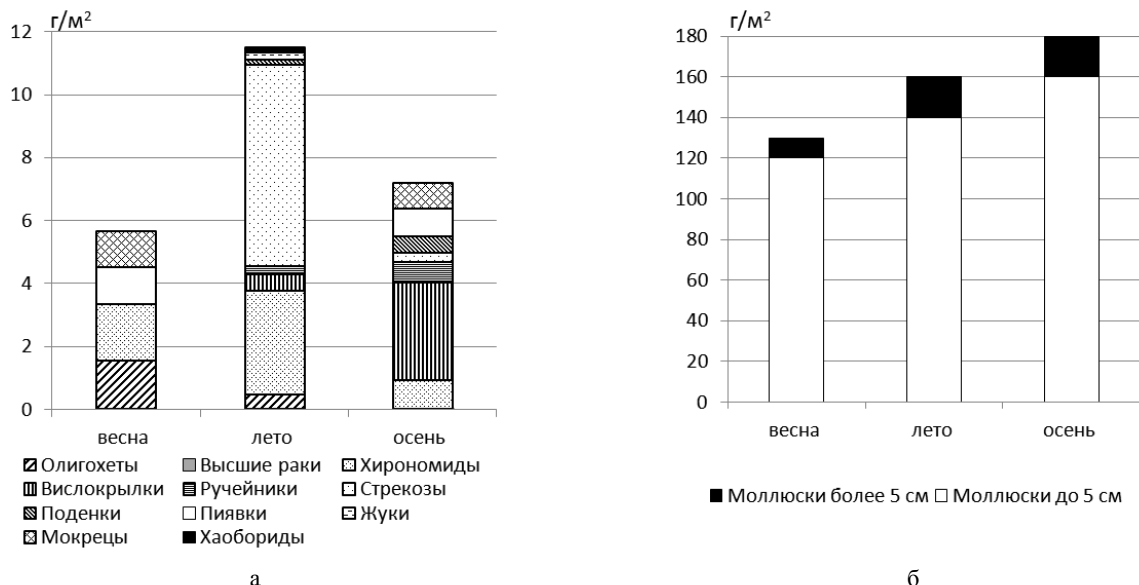


Рис. 2. Сезонная динамика биомассы а — мягкого зообентоса, б — моллюсков в р. Аркадак.

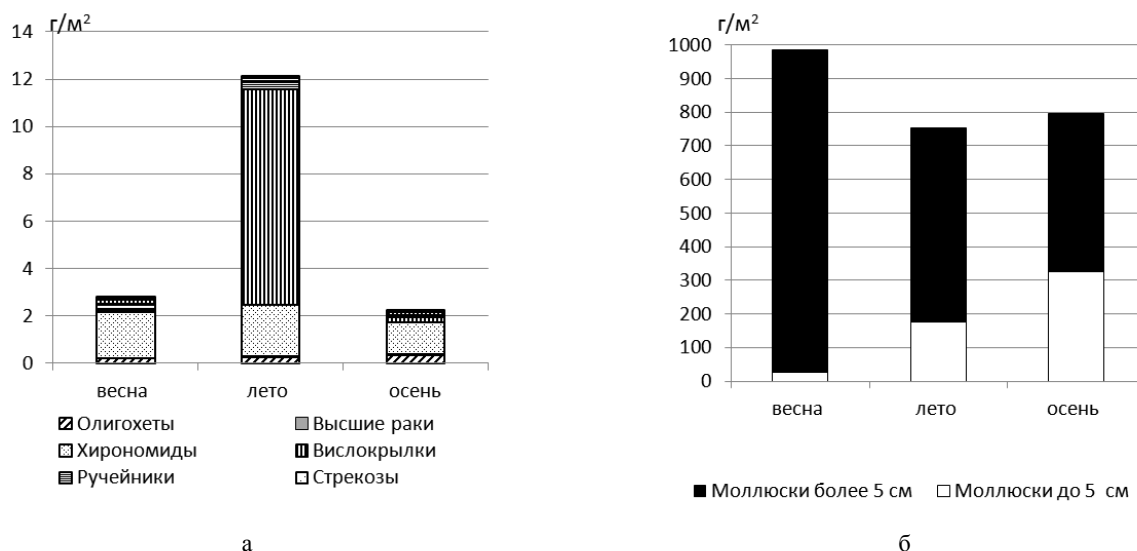


Рис. 3. Сезонная динамика биомассы а — мягкого зообентоса, б — моллюсков в р. Баланда.

В среднем за вегетационный период на исследованном участке р. Аркадак биомасса кормового для выхухоли макрозообентоса равнялась 57.19 г/м², в том числе биомасса наиболее доступного корма в виде мягкого зообентоса равнялась 8.13 г/м², в р. Баланда данные показатели равнялись соответственно 181.62 и 5.74 г/м².

Результаты проведенных исследований показали, что уровень развития макрозообентоса достаточен для обеспечения пищевых потребностей выхухоли на протяжении всего вегетационного периода и не является лимитирующим фактором ее обитания в малых реках Аркадак и Баланда.

Список литературы

- Алексеевский Н.И., Евстигнеев В.М., Коронкевич Н.И., Ясинский С.В. Малые реки как объект исследования // Малые реки Волжского бассейна. М., 1998. С. 7–20.
- Алимов А.Ф., Бульон В.В., Озероцновская, Умнова Л.П. Общая характеристика исследованных участков некоторых рек Ленинградской, Калининградской и Московской областей // Методы биологического анализа пресных вод. Л., 1976. С. 5–15.
- Барабаш-Никифоров И.И., Красовский В.П. Очерк биологии выхухоли хоперской популяции и дальнейшие задачи изучения // Труды Хопёрского государственного заповедника. Воронеж, 1971. Вып. 6. С. 5–15.
- Бородин Л.П. Русская выхухоль. Саранск: Мордовское книжное изд-во, 1962. 304 с.
- Водогрецкий В.Е. Антропогенное изменение стока малых рек. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 176 с.
- Жадин В.И. Фауна рек и водохранилищ // Тр. Зоол. Ин-та АН СССР. 1940. Т. 5. Вып. 3–4. С. 519–919.
- Опарина О.С., Филинова Е.И., Сониная Е.Э., Малинина Ю.А., Опарин М.Л. Современное состояние местообитаний выхухоли русской в малых реках Донского бассейна в Саратовской области и численность этого вида // Поволжский экологический журнал. 2011. № 4. С. 469–481.
- Папченков В.Г. Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья Ярославль: ЦМП МУБиНТ, 2001. 200с.
- Митропольский В.И., Мордохай-Болтовской Ф.Д. Макробентос // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. С. 158–178.

Хахин Г.В. Русская выхухоль в опасности: динамика численности и проблемы охраны. М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2009. 104 с.
Хахин Г.В., Иванов А.А. Выхухоль. М.: Агропромиздат, 1990. 191 с.

УДК 004.9:597.5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПЛОЩАДИ НЕРЕСТИЛИЩ В УСТЬЯХ МАЛЫХ РЕК БАСЕЙНА ВЕРХНЕЙ СУХОНЫ

И. В. Филоненко, А. С. Комарова, К. Н. Ивичева

Вологодская лаборатория ФГБНУ «ГосНИОРХ», г. Вологда, ул. Левичева, 5, igor_filonenko@mail.ru

На примере Присухонской низины Вологодской области сделана попытка провести зонирование территории по степени использования ее в качестве нерестилищ рыб. При помощи обучаемой классификации в программном пакете ArcGis проведен анализ снимка Landsat методом максимального подобия. Площадь участка Присухонской низины, которая может служить в качестве нерестилища составила 414.5 км². На затопляемой в паводковый период территории, по уровню различий условий для нереста рыб было выделено четыре зоны: водные биотопы (10.9 км²), травяные болота (147.3 км²), зона произрастания древесной растительности (234.8 км²) и заболоченные луга (21.5 км²).

Ключевые слова: нерестилища, малые реки, паводок, геоинформационные системы, метод максимального подобия.

USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS TO ASSESS AREA OF SPAWNING GROUNDS IN THE ESTUARIES OF THE SMALL RIVERS OF THE BASIN OF UPPER SUKHONA

I. V. Filonenko, A. S. Komarova, K. N. Ivicheva

State Science Relation Institute of Lake & River Fishery (GosNIORCh), Vologda, str. Levicheva 5, igor_filonenko@mail.ru

The article presents the results of zoning Priskhonskaya lowlands of the Vologda region in the degree of its use as spawning areas for fish. To this end, using a supervised classification software package ArcGIS analyzed of Landsat images using the method of Maximum Likelihood Classification. The area of a site of the Priskhonskaya lowland which can serve as a spawning area was 414.5 km². On the territory flooded during the flood four zones with different conditions for spawning fish were allocated: aquatic habitats (10.9 km²), grass marshes (147.3 km²), area of growth of woody vegetation (234.8 km²) and swampy meadows (21.5 km²).

Keywords: spawning-ground, small rivers, flood, Geographic Information Systems, Maximum Likelihood Classification.

Введение. Изучение условий нереста рыб является одной из важных составляющих для прогноза состояний рыбных запасов. Вологодская область имеет достаточно разветвленную гидрографическую сеть, значительная часть которой формируется за счет малых рек. На территории области, как правило, наиболее благоприятные условия для нереста формируются в устьях этих водотоков. Значительное разнообразие малых рек требует индивидуальных исследований, результаты которых не всегда применимы к другим водотокам этой категории даже в одном ландшафте. В тоже время, использование данных дистанционного зондирования земли (ДДЗ) и технологий геоинформационного анализа позволяет определять пространственные характеристики целой группы водных объектов, например, проводить ретроспективную оценку нерестилищ.

В рассматриваемом регионе наиболее обширные площади нерестилищ на малых реках формируются в устьевых участках. Одни из самых крупных по площади нерестилищ на территории Вологодской области располагаются в районе верхнего течения р. Сухона. Снимки земной поверхности спутника Landsat, находящиеся в свободном доступе, позволяют провести анализ условий нереста рыб на этой территории. Обычно ДДЗ имеющие разрешение 15–30 м мало подходят для оценки нерестовых участков малых рек Вологодской области ввиду слабовыраженной поймы. В бассейне Верхней Сухоны такой анализ вполне возможен. На примере Присухонской низины сделана попытка провести зонирование территории, затопляемой в паводок, на предмет использования ее в качестве нерестовых участков.

Материалы и методы. Участок Верхней Сухоны от истока в оз. Кубенском (от плотины Знаменитая) до впадения р. Наремка (с. Наремы) имеет протяженность в 105.8 км. На реке выделяются две характерные части. Сначала река протекает по территории с большим количеством населенных пунктов, включая достаточно крупный административный центр г. Сокол. В дальнейшем р. Сухона течет по малоосвоенной низменности — Присухонской низине.

Присухонская низина представляет обширную территорию, которая затопляется в паводок до 40 км в длину и 20 км в ширину. В качестве экстенда для проведения анализа была выбрана область в рамках Присухонской низины с максимальным многолетним уровнем уреза воды. Крупный мелиорированный участок со стороны г. Вологда, на котором осуществлялась торфодобыча, из анализа был исключен.

Материалом для исследования стала серия из 45 снимков спутника Landsat из каталога данных Геологической службы США (USGS Global Visualization Viewer, 2014) за период с 1973 по 2014 гг. на район Верхней Сухоны. Анализировали данные мультиспектральной съемки 30-метрового разрешения, используя различные комбинации каналов. Для дешифрирования снимков использовались данные собственных полевых исследований, полученные при осуществлении сбора гидробиологического материала и постановки контрольных сетей за период 2007–2014 гг. Дополнительным материалом для оценки уровня подтопления территории стали данные водомерных постов центральной гидро-метео службы (ЦГМС). Для работы с пространственными данными и классификации снимков земной поверхности использован программный пакет ArcGis 10.

Определение области потенциальных нерестилищ проводилось на основе сопоставления данных водомерных постов ЦГМС с ДДЗ на момент паводка и результатами полевых наблюдений. В рамках выделенной об-

ласти проведена тематическая классификация снимков с наиболее контрастным разделением стадий. Наиболее удачными, для такого анализа, были признаны снимки, полученные после падения уровня воды в конце сезона вегетации растительности. Итоговая классификация нерестовых территорий проводилась по снимку от 4 октября 2007 г. Анализ ДДЗ проводился с помощью обучаемой классификации методом максимального подобия (Maximum Likelihood Classification, 2014) с разделением раstra на десять классов. В дальнейшем полученные классы группировались по степени отличия биотопов для использования их в качестве нерестилищ.

Результаты исследования. В самом верхнем течении берега р. Сухона достаточно хорошо освоены. Река протекает среди сельхозугодий и населенных пунктов. Около 10 км течения реки приходится на г. Сокол, где расположены крупные предприятия, включая Сокольский целлюлозно-бумажный комбинат. Реки, которые впадают на этом участке в р. Сухону во время паводка разливаются незначительно, а берега их имеют небольшие по площади нерестовые участки. Примерно 30 км от истока р. Сухона протекает по обширной, неосвоенной территории — Присухонской низине. Данная местность сильно заболочена и характеризуется отсутствием постоянной дорожной сети. Из древесной растительности здесь произрастают самые крупные в области массивы черной ольхи. В половодье эта территория полностью затопляется и представляет собой огромное по площади нерестилище. В зависимости от условий паводка конкретного сезона разные участки этой местности отличаются как по степени развития растительных сообществ, так и по уровню затопления.

На снимках земной поверхности, сделанных во время паводка, граница затопляемой территории хорошо заметна. При сопоставлении ДДЗ с материалами лесоустройства было обнаружено, что граница зоны затопления часто проходит по краю выделов сосновых лесов. После анализа снимков ДДЗ с максимальным уровнем воды в паводковый период площадь участка Присухонской низины, которая может служить в качестве нерестилища, оценивается в 414,5 км². Гидрографическая сеть этой территории состоит, примерно, из сорока малых рек. Чаще всего устья рек разливаются до такой степени, что вся территория представляет единый водоем. Наиболее обширные и регулярные разливы в половодье происходят на рр. Борозда, Векса, Воткома, Лежа, Лоста, Марша, Окольная Сухона, Оназима, Шингарь и Шуйский Пучкас.

После классификации снимка ДДЗ на десять классов на территории Присухонской низины было выделено четыре зоны, различающиеся по условиям нереста (см. рис.). Первая зона включает все водные биотопы. К данной категории объектов отнесены русла рек, старицы и небольшие, периодически пересыхающие озера. Площадь данной зоны составила 10,9 км². Следующей категорией зонирования являются травяные болота. Это наиболее варибельная по вероятности затопления территория. Наиболее благоприятные условия для нереста рыб здесь формируются среди зарослей осок. Площадь данной зоны составила 147,3 км².

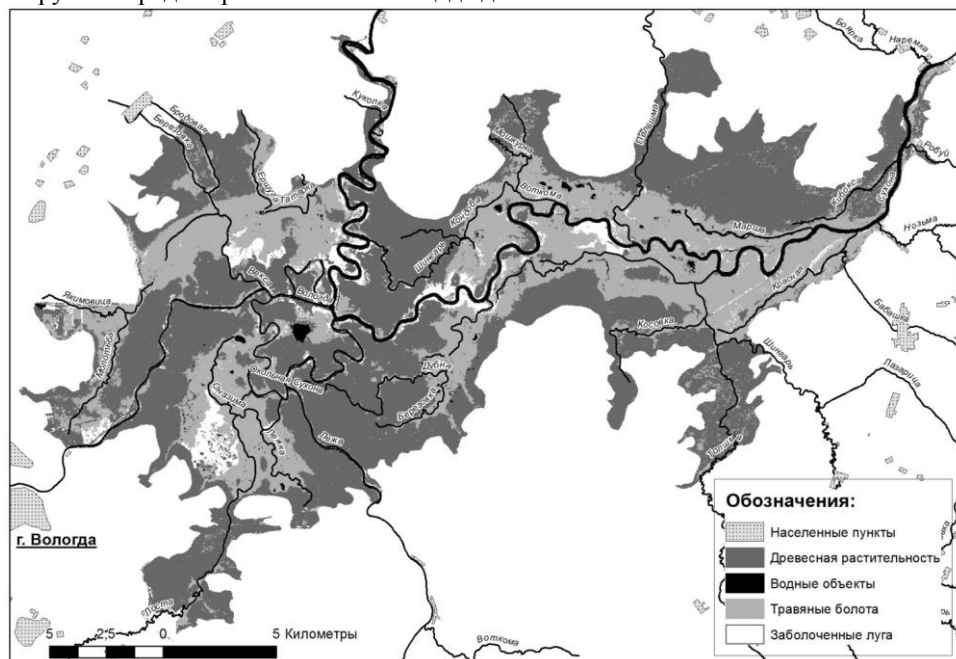


Рис. Результат классификации участка нерестилищ в Присухонской низине Вологодской области по снимку Landsat.

Достаточно четко выделяется зона произрастания древесной растительности. Из пород деревьев здесь доминируют береза и черная ольха. Кроме этого обычна ива, ель и осина. Часто деревья располагаются на высоких кочках, между которыми растительность отсутствует. Отдельные участки этой зоны подвергаются затоплению только в годы с максимальным уровнем паводка. Площадь данной территории составила 234,8 км². Четвертой категорией зонирования стали заболоченные луга. Последние представляют относительно возвышенные участки без древесной растительности. Растительные сообщества представлены преимущественно различными злаковыми. Во время паводка эта территория затопляется в наиболее поздние сроки. Общая площадь этой зоны составила 21,5 км².

В рамках каждой из зон дополнительно можно было выделить группы участков, отличающиеся по разной степени обводнения во время паводка. Наиболее дробной является зона травяных болот, в которую вошли

три класса, полученные при первичной классификации снимка на 10 категорий. Некоторые участки этой зоны имеют развитую растительность из злаков и осок, что является благоприятным фактором для нереста рыб. На других участках преобладает моховой покров или растительность почти не развивается под наносами торфа, образованными во время паводка. Здесь условия для нереста иные.

По спектральным характеристикам три группы биотопов выделены в зоне древесной растительности. При сопоставлении ДДЗ с результатами полевых исследований и данных водомерных постов сделан вывод, что эти зоны отличаются периодичностью и уровнем затопления во время паводка. Данные лесоустройства на эту территорию показывают отличие в составе древесных пород, что также может влиять на условия нереста.

На некоторых участках Присухонской низины сохранилась система каналов, оставшихся после мелиорации. Такие участки хорошо различимы на снимках ДДЗ. В дренажных каналах высокий уровень воды сохраняется несколько дольше, чем на прилегающей территории, благодаря чему они могут служить своеобразными водными коридорами.

Заключение. Таким образом, после проведения тематической классификации снимки Landsat могут быть основой для определения площади различных биотопов поймы, используемой в качестве нерестилищ. Данное исследование является предварительным зонированием территории по выявлению характерных участков на нерестилищах в пределах Присухонской низины. О величине продуктивности каждой выделенной зоны можно будет судить после дальнейших полевых исследований. Наиболее вероятно, что сходные характеристики будут наблюдаться в устьевых участках рек бассейна Кубенского озера.

Список литературы

Maximum Likelihood Classification. URL: Режим доступа: <http://resources.arcgis.com/ru/help/main/10.1/index.html#/na/009z000000pp000000/> (дата обращения: 30.07.2014)
USGS Global Visualization Viewer. URL: Режим доступа: <http://glovis.usgs.gov> (дата обращения: 30.07.2014)

ВИДОВОЙ СОСТАВ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОПЛАНКТОНА РЕК АРГИЧИ И ДЗКНАГЕТ, ВОДОСБОРНОГО БАСЕЙНА ОЗЕРА СЕВАН (АРМЕНИЯ)

Т. Г. Хачикян, Л. Р. Гамбарян

*Научный центр зоологии и гидроэкологии НАН РА, Институт Гидроэкологии и ихтиологии
ул. Паруйра Севака 7, 0014 Ереван, Армения; E-mail: tkhachikyan@mail.ru, lus-ham@yandex.ru*

Проводились мониторинговые исследования фитопланктонного сообщества рек Дзкнагет и Аргичи, водосборного бассейна озера Севан, было выявлено 125 видов планктонных водорослей из 5 отделов, 8 классов, 11 порядков, 29 семейств, 50 родов. По видовому разнообразию (79 видов) и количественным показателям в сообществе доминировали диатомовые водоросли. Субдоминантной группой, по своим количественным показателям являлись синезеленые водоросли, а по разнообразию видов субдоминантной была группа зеленых водорослей. По показателям сапробиологического анализа альгофлоры, вода, исследованных рек классифицировалась как умеренно загрязненная.

Ключевые слова: реки, фитопланктон, видовой состав, количественные показатели, органическое загрязнение.

Conducted monitoring studies of the phytoplankton community and rivers Dzknaget and Argitchi of the catchment basin of Lake Sevan has revealed 125 species of planktonic algae from 5 departments, 8 classes, 11 orders, 29 families, 50 genera. By species diversity (79 species) and quantitative indicators diatoms dominated in community. Subdominant group by quantitative indicators were blue-green algae, and subdominant species by diversity was a group of green algae. In terms of saprobiological analysis of algae group, water of rivers studied was classified as moderately polluted.

Keywords: River, phytoplankton, species composition, quantitative indicators, organic pollution.

Введение. Проблемы водных ресурсов Армении хорошо видны на примерах деградации бассейнов малых рек, которые считаются очень уязвимым звеном. С одной стороны, это экосистемы не имеющие большой протяженности и водности, а с другой стороны они формируют интегрированное влияние на водосборе, особенно при переносе различных загрязнений.

Озеро Севан является крупнейшим водоемом Закавказья и одним из крупных высокогорных озер мира. Озеро включено в список водно-болотных угодий международного значения Конвенции о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение (Рамсар, Иран, 1971). Оно играет важную роль в регулировании режима поверхностных и подземных вод, смягчает климат региона и является перспективным источником питьевого водоснабжения.

Реки Аргичи и Дзкнагет входят в состав разных частей водосборного бассейна оз. Севан, Аргичи впадает в Большой Севан, а Дзкнагет — в Малый Севан. Река Аргичи считается самой полноводной рекой водосборного бассейна, ее длина составляет 51 км, а площадь водосбора около 384 км², питание снеговое, воды реки используются для целей энергетики и орошения. Длина реки Дзкнагет составляет 22 км, площадь водосборного бассейна 90.5 км², питание реки снеговое, воды рек используются для орошения (Природа Армении, 2006). Река Дзкнагет считается менее загрязненной вследствие ограниченной антропогенной нагрузки, а на р. Аргичи наблюдается влияние ГЭС, сельского хозяйства и коммунально-бытовых вод.

Водные растительные сообщества и в особенности, фитопланктон, в настоящее время широко используются как показатель состояния речных систем и качества вод в них (Абакумов, 1979). Мониторинг, проводимый на водных объектах, имеет значение для контроля качества воды по гидробиологическим показателям. Особый научный интерес представляют сведения о видовом составе и количественной характеристике планк-

тонных водорослей, так как они являются первым звеном трофической цепи в водных экосистемах и быстро реагируют на изменение среды обитания.

Целью работы являлись исследования видового состава и количественных показателей фитопланктонного сообщества рек Аргичи и Дззнагет, а также проведение сапробиологического анализа альгофлоры и оценка наличия органического загрязнения в реках.

Материалы и методы. Пробы фитопланктона отбирались из устьев рек Аргичи и Дззнагет в период с марта по ноябрь в 2008–2011 гг. Сбор, консервирование и обработка водорослей проводились по стандартной методике принятой в гидробиологии (Абакумов, 1983; Киселев, 1956). Для выяснения видовой принадлежности водорослей использовались различные определители (Киселев и др., 1953; Забелина и др., 1954; Гуревич, 1973; Прошкина-Лавренко и др., 1986; Царенко, 1990; Баринаова, Медведева, 1996; Swale 1969; Streble et al., 2002).

Индекс сапробиости рассчитывали по методу Пантле-Бука в модификации Сладчека на основе современных данных о водорослях-индикаторах (Баринаова, Медведева, 1996; Баринаова и др., 2006).

Результаты и обсуждение. В результате альгологического анализа в сообществах фитопланктона р. Аргичи и Дззнагет определено 125 видов водорослей из 5 отделов, 8 классов, 11 порядков, 29 семейств, 50 родов. По видовому богатству преобладают представители отдела Bacillariophyta (79 видов). На втором месте по числу видов Chlorophyta (26 видов). 17 видов были отмечены для отдела Cyanophyta, два вида для Euglenophyta и один вид для Xanthophyta (табл. 1).

Таблица 1. Таксономическая структура фитопланктона рек Аргичи и Дззнагет в 2008–2011 гг.

Отдел	Число					Пропорции флоры *		
	Классов	Порядков	Семейств	Родов	Видов	р/с	в/с	в/р
Bacillariophyta	2	4	11	27	79	2.5	7.2	2.9
Chlorophyta	2	2	10	12	26	1.2	2.6	2.2
Cyanophyta	2	3	6	9	17	1.5	2.8	1.9
Euglenophyta	1	1	1	1	2	1	2	2
Xanthophyta	1	1	1	1	1	1	1	1
Всего	8	11	29	50	125	1.7	4.3	2.5

Примечание. * Пропорции флоры — отношение числа родов (р/с) и таксонов (в/с), приходящихся на одно семейство; родовая насыщенность — число таксонов, приходящихся на один род (в/р).

В фитопланктонном сообществе р. Дззнагет, обнаружено 81 вид водорослей (52 вида диатомовых, 15 видов зеленых, 11 видов синезеленых, 2 вида эвгленовых, 1 вид желтозеленых водорослей), для реки Аргичи выявлено 92 вида водорослей (62 вида диатомовых, 17 видов зеленых, 12 видов сине-зеленых, 2 вида эвгленовых, 1 вид желтозеленых). Коэффициент флористического сходства Серенсена между фитопланктоном рек Аргичи и Дззнагет составляет 0.5, что соответствует 50%-ой общности видов (Макрушин, 1974).

На уровне классов выделяются Pennatophyceae (57% видового состава), Chlorophyceae (17%) и Nitzschophyceae (10%): на уровне порядков — Raphinales (50%), Chlorococcales (17%) и Oscillatoriales (8%). Анализ систематической структуры показал, что среди 29 семейств наиболее многочисленным (по числу родов и видов) является семейство Naviculaceae (25 вида 8 родов, 20% от общего числа видов). Второе место по числу видов занимает семейства Nitzschaceae (10 вида, 8%). На третьем месте по видовому разнообразию стоят семейства Cymbellaceae и Oscillatoriaceae (Kirchn. Elenk (9 вида, 7.2%).

Анализ родового спектра водорослей планктона рек Дззнагет и Аргичи указывает на неравномерность распределения видов по родам. Одновидовыми являются около 52% всех родов водорослей, причем на их долю приходится 21% видового состава. Наибольшее видовое разнообразие в фитопланктонном сообществе наблюдаются у родов *Navicula* Bory (14), *Nitzschia* Hass. (9), *Cymbella* Ag. (8), *Pinnularia* Ehr (7), *Oocystis* Nag. (5), *Scenedesmus* Meyen (5), *Closterium* Nitzsch. (5), *Phormidium* Kutz. (4), *Spirulina* Turp. (3), включающие свыше 48% от всего числа выявленных видов. Самые высокие флористические пропорции в планктонной флоре имеют диатомовые водоросли (табл. 1). Наиболее высокой родовой насыщенностью обладают диатомовые водоросли, это обусловлено тем что по всей вероятности абиотические факторы для развития данной группы водорослей были более оптимальными, что способствовало уменьшению внутривидовой конкуренции внутри некоторых родов.

Выявлена экологическая приуроченность к местообитанию для 80% водорослей реки Дззнагет и для 62% водорослей р. Аргичи. По данному показателю в фитопланктоне обеих рек преобладают бентосные виды, на втором месте планктонно-бентосные виды (рис. 1) (Баринаова и др., 2006). 73% бентосных видов принадлежали группе диатомовых водорослей, наиболее часто встречались виды *Ceratoneis arcus*, *Cymbella ventricosa*, *C. prostrata*, *Gomphonema olivaceum*, *Meridion circulare* и др.

В обеих реках основу флористического списка водорослей создают виды-космополиты (90% видов с известными данными по географическому распространению) (рис. 1). На некоторую специфику флоры изученных рек указывают найденные бореальные (2–3%), арктоальпийские (6–7%) и голарктические (1%) виды, относящиеся к отделам Bacillariophyta и Chlorophyta.

В период исследования общая численность фитопланктона реки Дззнагет составляла 36–800 тыс. кл./л, а показатели биомассы изменялись в пределах 0.1–4.8 г/м³. Основными доминантами сообщества были диатомовые водоросли, численность которых составила 65% общей численности и 80% от общей показателей биомассы

сообщества. Среднесезонные изменения количественных показателей колебались в пределах 38–322 тыс. кл./л по численности и 0.2–4.4 г/м³ по биомассе соответственно.

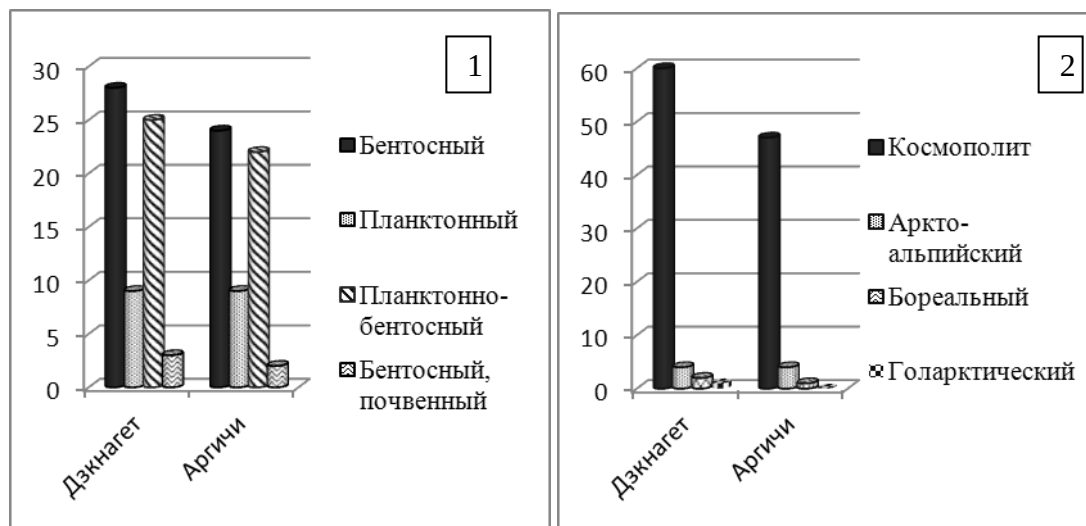


Рис. 1. Классификация видов фитопланктона по местообитанию (1) и географическому распределению (2) рек Дзкнагет и Аргичи.

Количественные показатели субдоминантной группы синезеленых водорослей изменялись в пределах по численности от 12–294 тыс. кл./л, по биомассе от 0.03–0.7 г/м³, в группе зеленых водорослей численность колебалась от 2–46 тыс. кл./л и биомасса от 0.001–0.7 г/м³. Доля желтозеленых и эвгленовых водорослей в сообществе была несравненно мала. Присущими реопланктону массовыми видами являлись виды *Pinnularia fasciata*, *P. microstauron*, *Ceratoneis arcus*, *Diatoma vulgare*, *Navicula pupula*, *Fragilaria capucina*, *Synedra ulna*, *Cymbella ventricosa*, *C. prostrata*, *Rhoicosphenia curvata*, *Nitzschia dissipata*, *Stauroneis anceps*, *Aphanothece clathrata*, *Microcystis aeruginosa*, *Spirulina* sp., *Phormidium inundatum*. Из 81 таксона водорослей, обнаруженных в реке Дзкнагет, для 56, то есть более чем 69% отмечена видовая принадлежность к той или иной степени сапробности, встречаются индикаторные виды — от ксено- до альфа-полисапробности (табл. 2). Однако около 52% составляли β-мезосапробные виды. Индекс сапробности составляет в среднем 1.8 (Барина, 1996).

Таблица 2. Количество видов-индикаторов в фитопланктоне рек Дзкнагет и Аргичи

Водоток	Сапробность								Всего
	х	х-о	о	о-β	β	β-α	α-	α-р	
Дзкнагет	-	3	3	12	29	4	4	1	56
Аргичи	1	3	2	15	34	2	4	-	61

кл./л и по биомассе от 0.4 до 3 г/м³. Субдоминантной группой являлись синезеленые водоросли, среднесезонные показатели численности которых составили 12–158 тыс. кл./л, а биомассы 0.01–0.4 г/м³. Численность зеленых водорослей изменялась от 2–22 тыс. кл./л, а биомасса изменялась от 0.006–0.4 г/м³. Эвгленовые и желтозеленые водоросли в планктоне встречались крайне редко. В фитопланктоне р. Аргичи, выявлено 92 вида планктонных водорослей, из них 61 вид (66%) являлись биоиндикаторами органического загрязнения, преобладали β-мезосапробные виды (56%). Индекс сапробности составлял в среднем 1.9 (Барина, 1996).

Заключение. Таким образом, доминантной группой фитопланктона рек Аргичи и Дзкнагет по своим количественным и качественным характеристикам, являются диатомовые водоросли. В данной группе самые высокие показатели рассчитанных флористических пропорций, которые составили 2.5:7.2:2.9, что подтверждает наличие благоприятных абиотических факторов среды, для развития этой группы водорослей.

По своим количественным показателям субдоминантной группой сообщества были синезеленые водоросли, а по видовому разнообразию - зеленые водоросли.

По своей экологической приуроченности к местообитанию, преобладали бентосные виды, однако большой вклад имели также планктонно-бентосные виды, что в целом присуще реопланктону горных рек. По своему географическому распространению в сообществе доминировали виды-космополиты.

В сообществе, преобладали β-мезосапробные виды-индикаторы, индекс сапробности составил 1.8–1.9, что соответствует β-мезосапробной зоне сапробности, следовательно, по данному показателю альгофлоры, исследованные реки можно считать умеренно загрязненными.

Список литературы

- Абакумов В.А. Основные направления изменения водных биоценозов в условиях загрязнения окружающей среды // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Т. 2. Л.: Гидрометеиздат, 1979. С. 37–47.
Абакумов В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1983. С. 78–86.

- Барина С.С., Медведева Л.А. Атлас водорослей - индикаторов сапробности (российский Дальний Восток) // Владивосток: Дальнаука, 1996. 364 с.
- Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив, 2006. 498 с.
- Гуревич А.А. Пресноводные водоросли. М.: Просвещение, 1973. 174 с.
- Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко Л.И. Определитель пресноводных водорослей СССР. Т. 6. М.: Советская Наука, 1954. 315 с.
- Киселев И.А., Зинова А.Д., Курсанов Л.И. Определитель низших растений. Водоросли. Т. 2. М.: Сов. Наука, 1953. 312 с.
- Киселев И.А. Методы исследования планктона // Жизнь пресных вод. Т. 4, Ч. 1. М.: Наука, 1956. С. 182–265.
- Макрушин А.В. Биологический анализ качества вод (под редакцией Г. Г. Винберга). АН СССР. Зоологический институт. Всесоюзное гидробиологическое общество. Л., 1974. С. 3–7.
- Прошкина-Лавренко А.И., Макарова И.В. Водоросли планктона Каспийского моря. Л.: Наука, 1986. 291 с.
- Природа Армении. Армянская энциклопедия. Ереван, 2006. 157 с.
- Царенко П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. Киев: Наукова думка, 1990. 206 с.
- Streble H., Krauter D. Das Leben im Wassertrofen. Prague, 2002. 415 p.
- Swale E.M. Phytoplankton of two English rivers // J. Ecol. 1969. V.57, N 1. P. 1–23.

УДК 574.5; 574.55

СТРУКТУРА ЗООБЕНТОСА ПРАВЫХ ПРИТОКОВ ИРКУТСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

П. А. Хромова¹, Н. В. Шибанова¹, И. В. Еропова¹, Л. С. Кравцова², Б. Э. Богданов², И. Б. Книжин¹

¹Иркутский государственный университет, Иркутск, К.Маркса, 1

²Лимнологический институт СО РАН, Иркутск, Улан-Баторская, 3, e-mail: polina.hromova@bk.ru

Впервые приводятся сведения о составе и структуре сообществ зообентоса правых притоков Иркутского водохранилища: Большая речка, Тальцинка, Бурдугуз и Каролок. Основу зообентоса по численности и биомассе в период открытой воды составляют личинки амфиботических насекомых: хирономиды, поденки, ручейники и веснянки. Средняя численность макрозообентоса в исследованных реках составляет 8890 экз./м², а биомасса — 8.9 г/м². Доминируют хирономиды, поденки и ручейники.

Ключевые слова: зообентос, Иркутское водохранилище.

Information on the composition and community structure of zoobenthos of right tributaries of Irkutsk Reservoir: Bolshaya River, Taltsinka, Burguduz and Karolok are presented. The main part of zoobenthos abundance and biomass are the larvae of aquatic insects: chironomids, mayflies, stoneflies and caddisflies. The average number of macrozoobenthos in the studied rivers is 8890 ind./m², and biomass — 8.9 g/m². Chironomids, mayflies and caddis flies are dominated in all of rivers.

Keywords: zoobenthos, Irkutsk reservoir.

После зарегулирования стока р. Ангара и образования Иркутского водохранилища (рис. 1) основной интерес исследователей был направлен на изучение гидробионтов и гидрохимическим особенностям вновь образовавшегося водоема (Николаева, 1964; Голышкина, 1969). Выполнены исследования зообентоса р. Ангара ниже плотины Иркутской ГЭС (Зиновьев, 1986). Сведения, характеризующие донные сообщества гидробионтов Иркутского водохранилища отсутствуют. Кроме общих сведений о реках, составляющих бассейн Иркутского водохранилища ничего существенного нет. Кроме того, Недостаток данных по р. Ангара указывает о необходимости организации системного мониторинга водоемов бассейна. В связи с этим целью исследований стало изучение характеристик зообентоса рек, впадающих в Иркутское водохранилище.

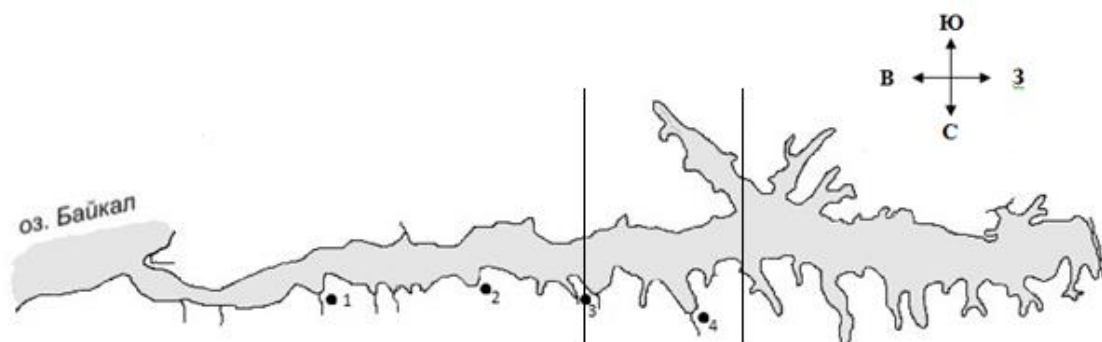


Рис. 1. Схема Иркутского водохранилища. Обозначения: 1 — Большая речка, 2 — р. Тальцинка, 3 — р. Бурдугуз, 4 — р. Каролок. Вертикальными линиями разделены верхний, средний и нижний участки водохранилища.

Площадь Иркутского водохранилища составляет 154 км², длина 65 км, ширина от 4 км у плотины до 0.5 км у оз. Байкал. Берега изрезаны малыми и большими заливами. По комплексу гидрологических, физико-географических и экологических характеристик водохранилище делится на три участка: верхний (истоковый) — до п. Тальцы, средний — до Курминского залива, нижний — до плотины.

Почвенный покров водосбора водохранилища и затопленной площади характеризуется развитием дерново-подзолистых, дерновых, луговых и дольных почв.

Исследования проводились с апреля по сентябрь 2013 г. в правых притоках водохранилища (Большая речка, Тальцинка, Бурдугуз и Каролок) в районе автодорожки Иркутск-Листвянка. Пробы макрозообентоса отбирались при помощи модифицированного бентометра Леванидова, площадью охвата $1/16 \text{ м}^2$ в трех повторностях. Площадки выбирались в типичных для реки биотопах (перекат, плесо) на глубинах 0.2–0.6 м. Организмы фиксировались 4% раствором формальдегида. С помощью портативных приборов определялись: общая минерализация (мг/л), температура воды, а также pH. Разбор проб, идентификация и сортировка организмов проводилась под биноклем МБС-10. Определение организмов выполнялось до отряда или семейства. Личинки ручейников взвешивались без домиков. Икра и молодь рыб, оказавшиеся в ловушке, не учитывались. Устьевые участки исследованных рек подвержены существенным изменениям режима, вызванных регуляцией уровня воды в водохранилище. В период значительного подъема воды и подпора устьевого участка, отбор проб в р. Тальцинка в июне и сентябре не проводился.

Большая речка впадает в водохранилище в районе одноименного поселка. В месте сбора, ее ширина составляет 30–50 м, средняя глубина 0.3–0.5 м. Скорость течения в середине потока 0.5–1.2 м/с. Дно галечное. В русле имеются небольшие островки и мелководные заливы, где скапливается наносной песок. Температура воды в период наблюдений изменялась от 5 до 17°C, в среднем — 11.3°C. Среднее значение pH 7.8, минерализации — 41 мг/л. Река Тальцинка впадает в относительно небольшой залив одним потоком, а в большую воду несколькими. Прибрежная часть залива богата водной растительностью, частично заболочена, имеется много кочек покрытых травой и мелкими кустарниками. Ширина русла в нижнем течении 5–10 м, глубина до 1.2 м. На излучинах образуются омуты, после которых следуют небольшие плеса, перекаты или стремнины. Дно галечное с примесью песка и ила. Температура воды с весны до осени изменялась от 4 до 14°C, в среднем 9.6°C, pH — 8, минерализация — 110 мг/л. Река Бурдугуз также впадает в одноименный залив, который соединяется с водохранилищем широким створом. Берега реки пологие, местами слабо заболоченные. Ширина составляет 2–10 м, скорость течения 0.5–1.0 м/с. Дно галечно-песчаное. На участках со слабым течением отмечаются скопления песка и ила. Температура воды летом 4–11°C, в среднем — 10°C. Среднее значение pH — 7.8, минерализации — 74 мг/л. Река Каролок характеризуется большим разнообразием биотопов. Участки с выраженным течением и галечным дном сменяются медленно текучими плесами и заводями, богатыми водной растительностью. Дно сложено из гальки, мягкого ила и песка. Береговая линия заболочена. Ширина русла в нижнем течении 2–15 м, глубина 0.2–1.0 м. Температура воды в период наблюдений изменялась от 4 до 17°C, в среднем составила 10°C, pH — 7.7, минерализация — 40 мг/л.

В местах сбора отмечалось присутствие речного гольяна, сибирского ельца, песчаной широколобки, сибирского гольца, сибирской щиповки, молоди хариуса. В реках Бурдугуз и Тальцинка единично встречался ротан головешка. По берегам рек произрастают: ива, береза, сосна, ель, а также многочисленные травянистые растения и кустарники.

Рассматривая состав и структуру зообентоса большинства исследованных участков рек в течение всего периода наблюдений можно отметить численное превосходство личинок хирономид. Заметно меньшие значения по этому показателю имели личинки поденок, веснянок и ручейников. В реках Бурдугуз и Большая речка с конца августа по сентябрь, кроме хирономид, доминировали личинки поденок (рис. 2–5).

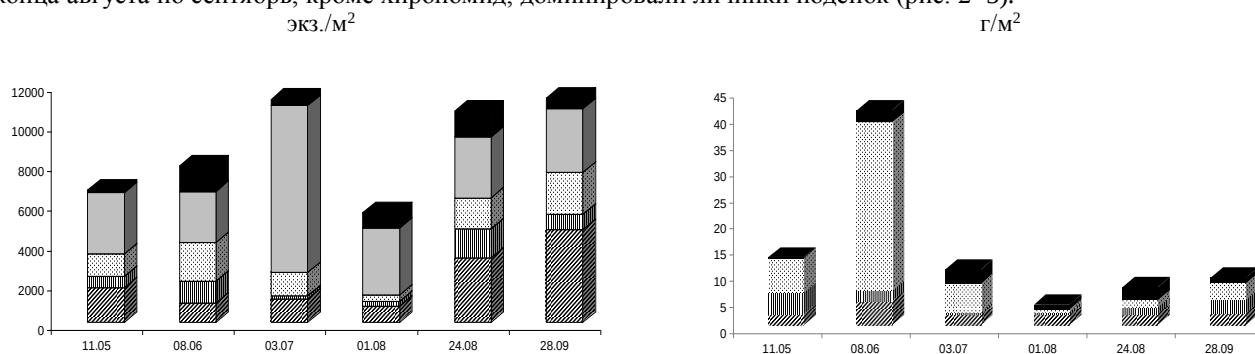


Рис. 2. Характеристики состава макрозообентоса р. Большая речка.

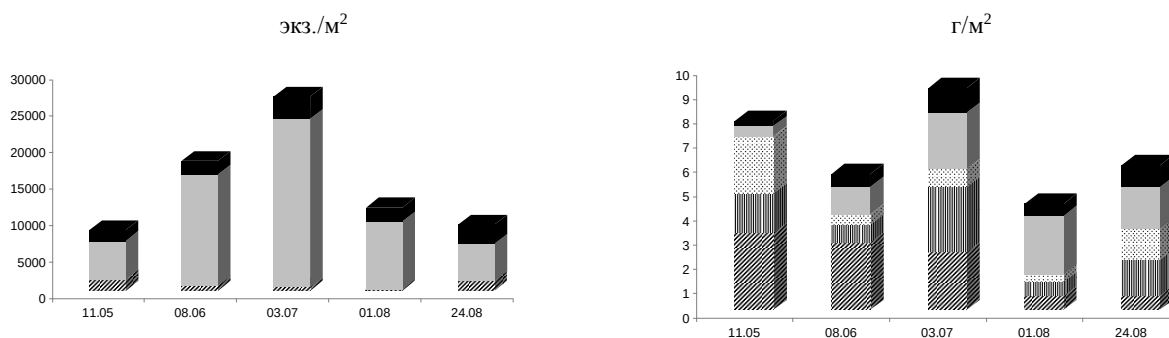


Рис. 3. Характеристики состава макрозообентоса р. Тальцинка.

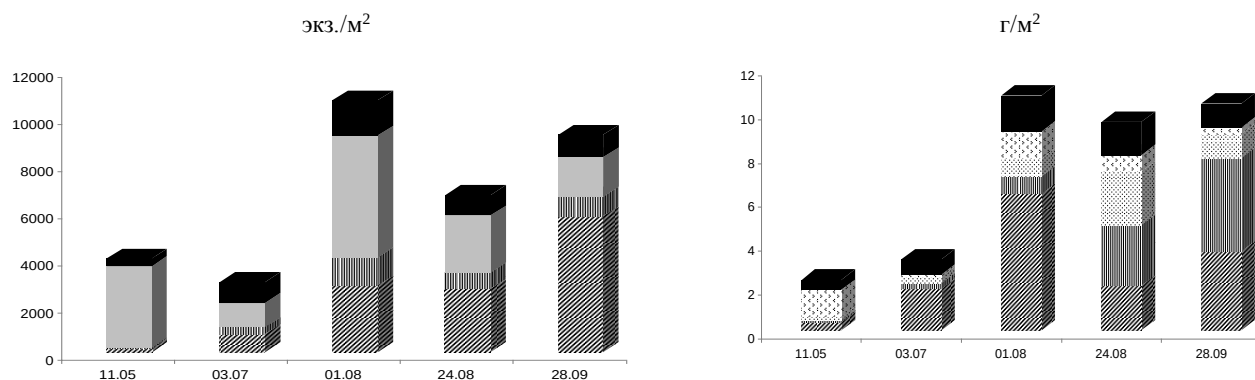


Рис. 4. Характеристики состава макрозообентоса р. Бурдугуз.

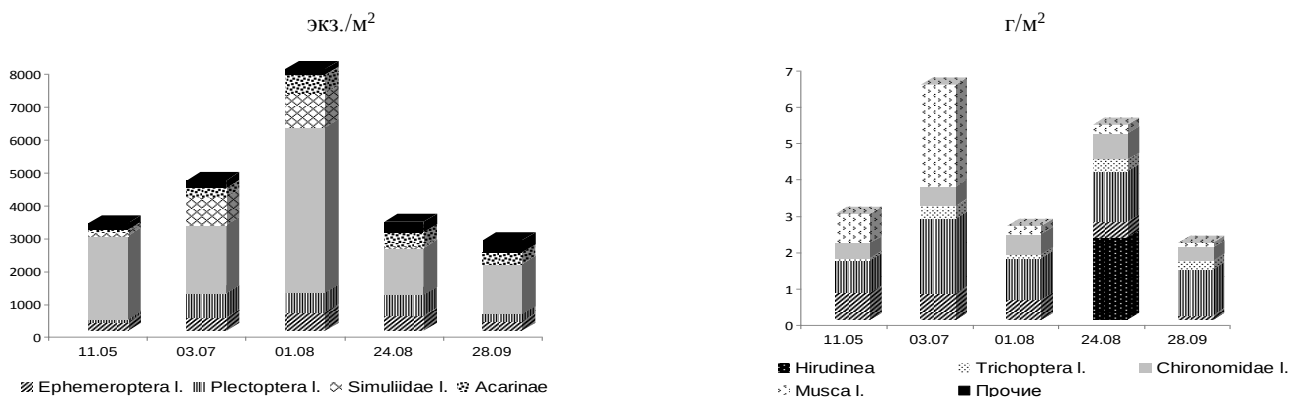


Рис. 5. Характеристики состава макрозообентоса р. Каролок.

Соотношения организмов в донных сообществах по массе более наглядно отражает циклы их индивидуального развития и особенности распределения по водоемам.

Несмотря на относительную близость исследованных рек, количественная структура их биоценозов не одинакова. В Большой речке с мая по июль основную долю составили личинки ручейников. Ближе к осени, на фоне общего снижения биомассы, эта группа организмов была представлена почти в равной мере с поденками, веснянками и хирономидами.

В р. Тальцинка на протяжении всего периода исследований при некотором изменении общей биомассы, значительных колебаний соотношения долей личинок ручейников, веснянок, поденок и хирономид не отмечается. В р. Бурдугуз в середине мая основную массу макрозообентоса составили личинки мух, меньшую долю имели поденки и другие беспозвоночные. К середине июля существенно возросла масса поденок, ручейников и веснянок, а также мух.

В р. Каролок с июня до конца сентября соотношение личинок поденок, веснянок и мух существенно не изменялось. Только в августе общая биомасса зообентоса заметно увеличилась за счет появления пиявок.

Наибольшее значения численности организмов макрозообентоса наблюдалось в июле в р. Тальцинка, которое в среднем составило 40,3 тыс. экз./м². В остальных реках значение этого показателя в среднем изменялось от 2,9 до 18,1 тыс. экз./м². Наибольшая биомасса отмечалась в Большой речке в июне — 41,7 г/м². В других реках величина этого показателя колебалась от 2,3 до 13,8 г/м². Полученные данные сопоставимы с количественными и качественными показателями макрозообентоса из других малых рек региона (Ербаева и др., 1977; Акиншина и др., 1988).

Список литературы

- Акиншина Т.В., Кравцова Л.С., Варыханова К.В., Рожкова Н.А. Зообентос притоков Южного Байкала. Иркутск, 1988. 18 с. Рук. Деп. в ВИНТИ № 7.
- Васильева Т.Л. Итоги изучения зоопланктона Иркутского водохранилища // Биологическая продуктивность водоемов Сибири. М.: Наука, 1969. С. 80–83.
- Гольшикина Р.А. Зообентос реки Ангары. Иркутск: Изд-во ИГУ, 1970. 35 с.
- Ербаева Э.А., Дашидорж А., Томилов А.А., Акиншина Т.В., Жарикова Л.К., Лезинская И.Ф., Рожкова Н.А., Варыханова К.В., Механикова И.В., Байкова О.Я. Материалы к познанию фауны Селенги в пределах Монгольской Народной Республики // Природные условия и ресурсы Прихубсугуля. Иркутск – Улан-Батор: Изд-во ИГУ, 1977. С. 125–135.
- Николаева М.Д. К гидрохимии Иркутского водохранилища // Биология Иркутского водохранилища. Под ред. Г.И. Галазия. Тр. Лимнологического института. М.: Наука, 1964. Т. II (31). С. 17–40.
- Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В.А. Абакумова. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 239 с.
- Зиновьев В.П. Оценка состояния зообентоса р. Ангары на участке Иркутск – Свирск: Автореф. дисс. канд. биол. наук. Иркутск, 1986. 24 с.

МАКРОЗООБЕНТОС РЕКИ НЕЧКИНКА (УДМУРТСКАЯ РЕСПУБЛИКА)

Н. В. Холмогорова

Удмуртский государственный университет

426034 Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Университетская, 1, корп. 1E-mail: nadjaholm@mail.ru

Выявлен видовой состав макрозообентоса р. Нечкинка, правого притока р. Кама. Проведена оценка загрязнения вод методами биоиндикации. Выявлен наиболее неблагоприятный для организмов макрозообентоса участок реки. Зарегистрирован вид стрекоз, занесенный в Красную Книгу Удмуртской Республики — *Anax imperator* Leach, 1815.

Ключевые слова: макрозообентос, малые реки, Удмуртская Республика

MACROZOOBENTHOS OF THE NECHKINKA RIVER (UDMURT REPUBLIC)

N. V. Kholmogorova

Udmurt state University, 426034, Udmurt Republic, Izhevsk, University St., 1, Russia, nadjaholm@mail.ru

Identified the species composition of macrozoobenthos Nechkinka River, the right tributary of the Kama River. An assessment of water pollution bioindication methods. Identified the most unfavorable for organisms macrozoobenthos section of the river. Registered view odonata, which is included in the Red Book of the Republic of Udmurtia — *Anax imperator* Leach, 1815.

Keywords: macrozoobenthos, small rivers, Udmurt Republic.

Исток р. Нечкинка находится в окрестностях д. Жеребёнки Завьяловского района. В среднем и нижнем течении река протекает в пределах Сарапульского района, впадает в р. Каму около с. Нечкино. Длина реки составляет 34 км, площадь бассейна 311 км². Ширина русла в среднем течении 5–8 м, в нижнем достигает 10–13 м. Глубина на перекатах изменяется в пределах 0.3–0.6 м, на плёсах – 0.8–1.7 м. Скорость течения до 0.5–0.6 м/с. Верхний и средний участки реки зарегулированы временными земляными плотинами.

В районе д. Жеребёнки в 80-х гг. прошлого века произведено захоронение пестицида ДДТ, который впоследствии вымывался в р. Нечкинка. Кроме того река загрязняется стоками с полей и животноводческих ферм, промышленное загрязнение отсутствует.

Методика и материалы. Сбор материала проводился с мая по октябрь 2012 г. по общепринятым методам (Методические рекомендации ..., 1984). Для качественных сборов использовался гидробиологический скребок, для количественных — дночерпатель Экмана-Берджи. Всего отобрано 33 количественные и 18 качественных проб макрозообентоса. При камеральной обработке материала определяли видовой состав макрозообентоса, рассчитывали численность и биомассу, биотический индекс Вудивисса, индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера (H) и выравненность сообщества по Пielу (Мэгарран, 1992). Видовое определение проводили по Определителю пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий (1997, 1999, 2001, 2004) и Определителю пресноводных брюхоногих моллюсков Западной Сибири (Андреева и др., 2010).

Результаты и обсуждение. В составе макрозообентоса р. Нечкинка зарегистрировано 140 видов и таксонов более высокого ранга.

Наибольшего фаунистического разнообразия достигают личинки амфибиотических насекомых: двукрылые (25 видов и таксонов более высокого ранга), ручейники (19 видов), жуки (18 видов), поденки (16 видов), стрекозы (9), клопы (10 видов), чешуекрылые (2), вислокрылки (1). В донных сообществах установлено 25 видов моллюсков, 9 — олигохет и 6 видов пиявок.

Фауна макрозообентоса представлена на различных станциях реки от 3 до 76 видами.

На зарегулированных участках отмечено 86 видов макрозообентоса из 15 отрядов и 43 семейств. На течении — 96 видов из 15 отрядов и 52 семейств. Ниже приведен список выявленных нами видов на зарегулированных (1) и проточных (2) участках реки.

Bivalvia: *Amesoda scaldiana* (1), *Musculium* sp. (1, 2), *Nucleocyclus radiata* (1), *Sphaerium corneum* (2), *Euglesa* sp. (1), *Pisidium amnicum* (2), *P. inflatum* (2), *Anodonta cygnea* (1).

Gastropoda: *Lymnaea* sp. (1, 2), *L. balthica* (1, 2), *L. fragilis* (1, 2), *L. truncatula* (2), *L. auricularia* (1, 2), *L. lagotis* (1), *Physa adversa* (1), *Anisus albus* (1, 2), *A. vortex* (1), *Planorbis planorbis* (1), *Hippeutis fontana* (1), *Armiger crista* (1), *Succinea putris* (1, 2), *Cincinna* sp. (1, 2), *C. ambigua* (1).

Oligochaeta: *Tubifex tubifex* (1, 2), *Limnodrilus hoffmeisteri* (1, 2), *L. udekemianus* (2), *Isochaetides nevaensis* (2), *Spirosperma ferox* (1), *Ophidonais serpentina* (1, 2), *Chaetogaster limnaei* (1), *Lumbriculus variegatus* (1, 2).

Hirudinea: *Erpobdella octoculata* (1, 2), *Erpobdella lineata* (1, 2), *Glossiphonia complanata* (1, 2), *G. heteroclita* (1), *Helobdella stagnalis* (1, 2), *Hemiclepsis marginata* (1).

Odonata: *Somatochlora metallica* (1), *Aeschna juncea* (1, 2), *Aeschna viridis* (1), *Anax imperator* (1, занесен в Красную Книгу Удмуртской Республики 56°40'24"с.ш.; 53°20'41"в.д.), *Coenagrion hastulatum* (1), *C. vernale* (1), *C. armatum* (1), *Ischnura elegans* (1), *Erythromma najas* (1, 2).

Heteroptera: *Nepa cinerea* (1, 2), *Ranatra linearis* (1), *Ilyocoris cimicoides* (1, 2), *Plea minutissima* (1, 2), *Notonecta glauca* (1), *Gerris lacustris* (1, 2), *Sigara* sp. (1, 2), *Sigara (S) falleni* (1), *Micronecta minutissima* (2), *Aphelocheirus aestivalis* (2),

Ephemeroptera: *Baetis bioculatus* (2), *B. vernus* (2), *Cloeon* sp. *dipterum* (1, 2), *Brachycercus harrisella* (2), *Caenis horaria* (1, 2), *C. robusta* (1, 2), *C. macrura* (2), *C. sp. pseudorivulorum* (2), *C. moesta* (1), *Caenis miliaria* (1),

Heptagenia (H.) flava (1, 2), *H. (D.) coerulans* (2), *H. (H.) sulphurea* (2), *Electrogena affinis* (2), *Leptophlebia (P) cincta* (2), *Ephemera vulgata* (1, 2).

Plecoptera: *Nemoura cinerea* (2).

Trichoptera: *Hydropsyche pellucidula* (2), *H. angustipennis* (2), *Polycentropus flavomaculatus* (2), *Psychomyia pusilla pusilla* (2), *Phryganea bipunctata* (1), *Ph. grandis* (1), *Agrypnia obsoleta* (1), *Goera pilosa* (2), *Anabolia furcata* (2), *Halesus interpunctatus* (2), *Limnephilus rhombicus* (2), *Chaetopteryx villosa* (2), *Athripsodes aterrimus* (1), *Mystacides longicornis* (1), *Oecetis ochracea* (1), *Notidobia ciliaris* (2).

Megaloptera: *Sialis sordida* (1, 2).

Coleoptera: *Agabus sp.* (1), *Haliphus fluviatilis* (1, 2), *Laccophilus hyalinus* (1), *L. minutus* (2), *Ilybius fenestratus* (1, 2), *Ilybius fuliginosus* (1), *Platambus maculatus* (2), *Hygrotus inaequalis* (2), *Hydaticus sp.* (1), *Orectochilus (O) villosus villosus* (2), *Laccobius (L) minutus* (2), *Hydraena (H) sp.* (2), *Ochtebius hungaricus* (2), *Limnius volkmari* (2), *Oulimnius tuberculatus* (2), *Donacia sp.* (1).

Lepidoptera: *Parapoynx stratiotata* (1, 2), *Cataclysta lemnata* (1).

Diptera: Tabanidae gen. sp. (2), Tipulidae gen. sp. (2), Ceratopogonidae gen. sp. (1, 2), Chironomidae gen. sp. (1, 2), *Atherix ibis* (2), *Dixa nebulosa* (2), *Dixa serrifera* (2), Simuliidae gen. sp. (2), *Simulium longipalpe* (2), *Anopheles (A) hyrcanus* (1), *Anopheles maculipennis* (1), *Culex pipiens* (2), Ephedridae gen. sp. (2), *Odontomyia sp.* (1), *Odontomyia angulata* (1, 2), Ptychoptera sp.

Средние показатели количественного развития макрозообентоса на течении и зарегулированных участках различаются незначительно — 1359.28 экз/м², 22.73 г/м² и 2412.16 экз/м², 36.19 г/м² соответственно.

Наибольшая плотность бентоса отмечалась на участке, находящимся под подпором пруда в д. Бабино (6200 экз/м²), где массово встречались олигохеты *Limnodrilus hoffmeisteri*, личинки хирономид и поденок *Cloeon gr. dipterum*.

Максимальная биомасса макрозообентоса на р. Нечкинка отмечена на участке ниже плотины второго пруда 222.29 г/м², за счет массового развития двустворчатых моллюсков *Sphaerium corneum* и *Musculium sp.*

По биотическому индексу Вудивисса вода зарегулированных участков реки Нечкинка меняется от умеренно загрязненной до чистой, на течении — от грязной до чистой, что в большей степени связано с разнообразием абиотических факторов и меньше обусловлено антропогенной нагрузкой (таблица).

Таблица. Результаты биоиндикации загрязнения р. Нечкинка по организмам макрозообентоса

Показатель	Индекс Шеннона, бит/экз	Выравненность Пielу	Число видов в пробе	БИ	Доля олигохет, %
Зарегулированные участки	1.54-2.02	0.64-0.72	11.0-20.0	6.0-8.7	12.5-52.22
Проточные участки	1.27-2.16	0.66-0.91	8.0-15.0	2.0-7.33	2.78-70.00

По результатам биоиндикации выявлен наиболее неблагоприятный для организмов макрозообентоса участок реки. Он расположен в верхнем течении ниже плотины пруда, построенной в год отбора проб. Здесь отмечен минимальный показатель биотического индекса Вудивисса (2) и максимальная доля олигохет в сообществе 70%.

Возможно, слабое развитие макрозообентоса связано с резким изменением скорости течения и намывом глинистых фракций на естественные донные отложения. На данном участке отсутствовали личинки ручейников, поденок, стрекоз.

В целом, макрозообентос р. Нечкинка сходен с таковым других малых рек Удмуртской Республики.

Список литературы

- Андреева С.И., Андреев Н.И., Винарский М.В. Определитель пресноводных брюхоногих моллюсков (Mollusca: Gastropoda) Западной Сибири. Ч. 1. Омск, 2010. 200 с.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах: Зообентос и его продукция / Под ред. Ю.А. Барулина. Л.: ГосНИОРХ, 1984. 51 с.
- Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 181 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 3. Паукообразные и низшие насекомые. Ред. С.Я. Цалолыхин. Зоологический ин-т РАН, СПб.: Наука, 1997. 440 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 4. Высшие насекомые. Двукрылые. Ред. С.Я. Цалолыхин. Зоологический ин-т РАН, СПб.: Наука, 1999. 1000 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 5. Высшие насекомые (ручейники, чешуекрылые, жесткокрылые, сетчатокрылые, большекрылые, перепончатокрылые). Под общ. ред. С.Я. Цалолыхина. СПб.: Наука. 2001. 836 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 6. Моллюски, Полихеты, Немертины. Под общ. ред. С.Я. Цалолыхина. СПб.: Наука, 2004. 528 с.

ФОРМИРОВАНИЕ ПОЙМЕННЫХ ВОДОЕМОВ И ВОДОТОКОВ В ПРОЦЕССЕ ИСТОРИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РУСЛА РЕКИ ИРТЫШ (КАЗАХСТАНСКАЯ ЧАСТЬ)

А. Г. Царегородцева

Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова,
140008, Республики Казахстан, ул. Ломова, 64; tsaregorodtseva@mail.ru

Современное состояние природно-территориальных комплексов долины Иртыша является лишь определенной стадией в длительной ее геологической эволюции. Своеобразным ландшафтом долины Иртыша является пойма, которая представляет собой уникальное создание природы, со свойственно ей повышенным грунтовым и паводковым увлажнением, многочисленными рукавами и озерами-старицами. Особенности морфологии пойм определяются рядом факторов: горизонтальные деформации, естественны и закономерным следствием которых является появление и развитие самих пойм; вертикальными деформациями русла; затоплением самих пойм высокими водами и связанные с этим процессы аккумуляции на ее поверхности (Чалов, 2011).

Ключевые слова: долинный ландшафт, пойма, прирусловая пойма, центральная пойма, притеррасная пойма, старица, пойменный водоем, река, терраса, река Иртыш,

FORMATION OF FLOOD PONDS AND STREAMS IN THE HISTORICAL DEVELOPMENT RIVERBED IRTYSH (KAZAKHSTAN PART)

A. G. Tsaregorodtseva

Pavlodar State University S.Toraigyrov, 140008, Republic of Kazakhstan, Lomov str, 64; tsaregorodtseva@mail.ru

Государственный природный заказник «Пойма реки Иртыш» (комплексный) организован Постановлением Совета Министров Каз.ССР от 17.02.1986 г. Государственный природный заказник «Пойма реки Иртыш» создан для восстановления, приумножения и сохранения ценных в научном и экологическом отношении редких и исчезающих видов животных и растений, а также естественных природных ландшафтов. Здесь разрешены следующие виды деятельности: использование в научных, эколого-просветительных, туристических, рекреационных целях; хозяйственная деятельность собственников земельных участков и землепользователей с соблюдением установленных ограничений. В заказнике запрещены следующие виды деятельности: хозяйственная деятельность, создающая угрозу сохранению природных комплексов; интродукция чужеродных видов растений и животных; пастьба скота, распахка земель и охота.

Заказник занимает площадь 377 133 га на землях Актогайского, Железинского, Иртышского, Качирского, Лебяжинского, Майского, Павлодарского районов Павлодарской области, городов Аксу и Павлодар. Находится в ведении Комитета лесного и охотничьего хозяйства Министерства окружающей среды и водных ресурсов Республики Казахстан.

Современная долина р. Ертис простирается непрерывной полосой (ширина от 3 до 30 км) с юго-востока на северо-запад через всю Павлодарскую область. От высоких надпойменных террас современная долина реки отделяется достаточно выраженным уступом, высота которого по правому берегу достигает 25–50 м. В рельефе долины различаются: русло реки и ее протоков и затопляемая пойма шириной 12–15 км. Структура естественных ландшафтов формировалась в условиях активного проявления неотектонических движений (опускания), изменения климата, почв, растительности. В современной ландшафтной структуре четко выражена широтная дифференциация типов ландшафтов, что связано с большой протяженностью территории в меридиональном направлении.

Изучаемый пойменный ландшафт, являющийся интразональным ландшафтом поймы р. Иртыш. Пойменные ландшафты — чрезвычайно динамичная система, благодаря действию аллювиальных процессов и режиму паводков. Таким образом, структура растительного покрова, определяемая интразональными факторами, характерна только для пойм. В поймах образуется своеобразный флювиальный рельеф, отражающий проявление эрозионно-аккумулятивных процессов. Морфологическая структура ландшафтов (урочищ и фаций), а также состав и размещение почвенно-растительного покрова определяются морфоскульптурой рельефа, механическим составом аллювия, режимом половодий и грунтового стока на фоне зональных климатических условий. Площадь распространения паводковых вод, количество взвешенных наносов в молодых сегментах поймы значительно больше, чем в зрелых и старых сегментах. На последующих стадиях развития поймы интенсивность аллювиальных процессов уменьшается, рельеф выравнивается, а песчаный аллювий верхних горизонтов сменяется супесчаным и суглинистым. Для молодых сегментов характерна повышенная динамичность местообитаний, которая выражается в пестрой мозаике фитоценозов, формирующихся на примитивных слоистых аллювиальных почвах и частой их смене (Гельдыева, 2014).

Исходя из исторического развития долины Иртыша можно отметить, что в образовании стариц основную роль играли тектонические, водно-эрозийные и водно-аккумулятивные процессы. Наши исследования показали, что в связи с морфологическими и геологическими условиями изучаемые нами озера расположенные в долине Иртыша относятся к пойменно-долинным и террасово-долинным.

Наряду с озерами-старицами на пойме широко распространены узкие извилистые протоки, идущие нередко параллельно главному руслу и соединяющихся с ним. Это ведет к образованию крупных островных участков поймы. Глубины пойменных протоков достигают 4–5 м, а более крупных протоков 7–8 м.

Пойма как литолого-морфологический комплекс образуется в результате боковых смещений русла и отложения аллювия, являясь внешним отражением эрозионно-аккумулятивного процесса и речная излучина — основная форма рельефа и исходная ячейка при анализе и поиске закономерностей развития пойм.

Характерной особенностью пойменных проток является мало изменяющаяся на всем их протяжении ширина русла. Возникновение этих проток можно объяснить наличием хорошо выраженного микрорельефа поймы в виде разновысотных систем вееров перемещения русла, обычно представляющие собой систему дугообразно изогнутых валов и ложбин между ними (рис.).

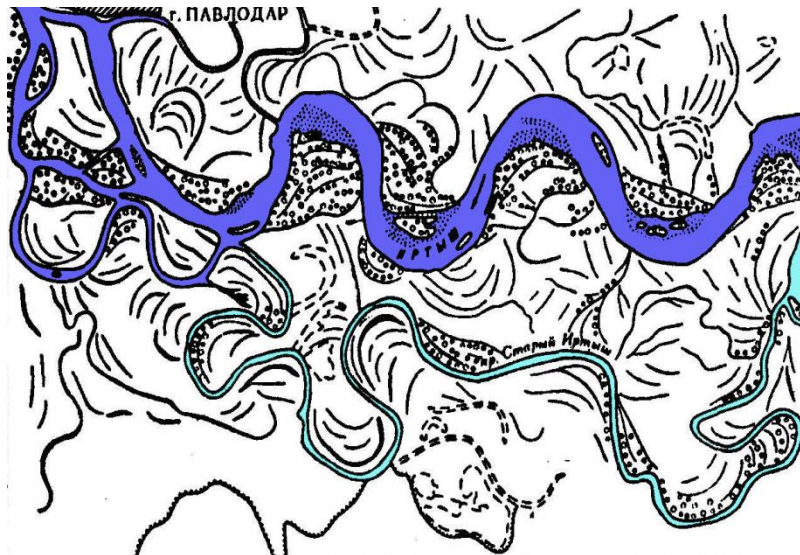


Рис. Схема расположения стариц и водотоков в пойме р. Иртыш.

Во время половодья потоки, проходящие по затопленной пойме, размывают ложбины между системами смежных вееров и образуют узкие извилистые русла пойменных проток. Их общее очертание обычно соответствует положению границ различных систем вееров, перемещения русла и создается впечатление, что эти системы образовались в результате меандрирования проток. Однако, эти веера созданы в основном, в процессе меандрирования главной реки и лишь унаследованы пойменными протоками. В таких случаях протоки существенно сокращают путь для прохождения половодья, они могут значительно увеличиться в своих размерах и превратиться в главное русло р. Иртыш.

На морфологические параметры пойменных комплексов, а, следовательно, и на биопродуктивность существенную роль оказывают рельефообразующие (водно-эрозионные) процессы, интенсивно проявляющиеся в пределах речной долины. Формирование долинных парагенетических гидроморфных ландшафтных комплексов во многом предопределяются геолого-геоморфологическими, гидрологическими, а также антропогенными факторами и по своей сути отражающими особенности древнего парагенезиса и современного функционирования бассейновой геосистемы.

Исследования территории Иртышской поймы позволили выделить следующие участки с преобладанием озер-стариц.

Прирусловая пойма, протягивается у подножия коренного берега или надпойменных террас реки неширокой (0.2–0.3 км) полосой. Это наиболее пониженная и заболоченная часть поймы с многочисленными старицами. Она подпитывается постоянным горизонтом грунтовых вод, часто с выходом ключей.

Центральная пойма, выровненная, наиболее широкая, с оптимальными условиями увлажнения и с большим количеством блюдцеобразных понижений, небольших оврагов, вытянутых западин (бывших проток). Эти понижения, заполняемые талыми и сточными водами, образуют небольшие водоемы, многие из которых в летнее время высыхают.

Притеррасная пойма, расположенная выше центральной и прирусловой поймы, наиболее дренируемая примыкающая часть к руслу реки, с легким по механическому составу аллювием. Это наиболее сухая область поймы с развитыми пойменными дерновыми почвами, покрытые полынно-ковыльно-типчаковыми лугами в первую очередь, освобождающаяся от паводковых вод. Для этой части поймы характерно притеррасные озера и старицы.

Растущие антропогенные нагрузки всё более дестабилизируют природную среду и вызывают заметное увеличение контрастности и мозаичности ландшафтной структуры крупных территорий. В свою очередь это сопровождается появлением новых природно-антропогенных и антропогенных границ, геохимических и энергетических потоков, путей миграции и расселения организмов и, следовательно, формированием новых экотонных геосистем разного ранга.

Экосистемы пойменных лугов в пределах заказника «Пойма реки Иртыш» относятся к прибрежно-водным и водным пойменным гидроморфным экосистемам и являются интразональным, широко распространенными в пределах поймы Иртыш и его крупных протоков (Гельдыева, 2014). Влияние антропогенного воздействия на пойменные ландшафты р. Иртыш ускоряет процесс трансформации пойменных из состояния, гид-

роморфно-засоленного в неозлювиальное степное состояние. Значительная часть площадей поймы занята заболоченными растительными сообществами, обладающими малоценным в кормовом отношении травостоем, представленным в основном гидрофильными осоками и злаками, а также отмечается засоленность характерная для лесной зоны реки. В пойме степного отрезка реки отмечено почти повсеместное засоление почвогрунтов, обуславливающее формирование галофитных растительных сообществ.

Одной из важных задач сохранения биологического разнообразия, связано с большой уязвимостью пойменных комплексов, в том числе прибрежных комплексов — экотонов к антропогенному воздействию. Это в свою очередь предопределяет необходимость научного предвидения пространственно-временных и структурно-динамических трансформаций пойменных природно-территориальных комплексов. В зонах экотонов формируются особые экотонные биотические сообщества и соответствующие им экотонные системы. Процессы взаимодействия водной и наземной среды формируют экотонную зону.

Определяющим фактором, оказывающим существенное влияние на формирование растительного покрова прибрежных экотонов, является колебание уровня воды. На водоемах в связи с неустойчивостью гидрорежима, растительный покров экотонов имеет динамичный характер и сочетание различных гигроморфных растений, входящих в состав экотонных растительных сообществ, обеспечивает их устойчивость при чередующихся условиях обводнения. Экотоны отражают континуальность биогеоценотического покрова и осуществляют функцию соединения различных природных, или природных и антропогенных систем, и одновременно выполняют буферную функцию, а также функцию рефугиумов для ряда видов организмов.

Наряду с исследованием экотонов как специфических переходных пространств различных рангов и масштабов, чрезвычайный интерес представляют исследования организации и функционального своеобразие особых лабильных экотонных систем на переходных экотонных территориях. Одной из важнейших характеристик переходных территорий оказывается повышенная флуктуационность, неустойчивость параметров абиотической среды. Именно к этому ее свойству должны быть адаптированы экотонные системы (Залетаев, 1997).

Основные черты формирования растительности на пойме обуславливают сочетание естественных и антропогенных факторов: дефицит влаги на высоких уровнях поймы, застаивание полых атмосферных и грунтовых вод в отрицательных формах рельефа, засоленность почвогрунтов, продолжительность заливания полыми водами.

Пойменный ландшафт является важным звеном между русловым процессом и гидрологическим режимом, так как объемы аккумулируемой воды и скорость водообмена между руслом и поймой находятся в зависимости от их морфологического строения. Пойменные массивы р. Иртыш характеризуются различной степенью увлажнения. За 50-летний период условно производимых весенних попусков были близкими к естественному гидрологическому режиму только в 1990, 1995, 1997, 1999, 2001, 2002 и 2010 гг.

За последний десятилетний период природоохранных попусков пойма р. Иртыш получила наибольшие объемы воды ($4.81-5.25 \text{ км}^3$), что способствовало затоплению площади от 76 до 93% большинства пойменных массивов. Среднее значение затопления пойменные массивов за этот период составляет 76.7%. Достаточно высокое затопление всех пойменных участков характерно для 2010 г., среднее значение затопления составило 89.7%. За период природоохранных попусков 2005–2010 гг. среднее значение затопления поймы составляет 69.3%, это говорит о недостаточных (в соответствии с водностью годов) и неравномерных попусках с водохранилищ. В 2013 г. был произведен природоохранный попуск воды в р. Иртыш в объеме 6.33 км^3 , что позволило затопить пойму на 86%.

В ходе исследования произведено районирование пойменного ландшафта на пойменно-русовые районы по следующим критериям: по характеру развития поймы, водному режиму, увлажненности почв, орографическому, почвенно-ботаническому составу. Пойменно-русовые районы выделяются по определенному, присущему только им сочетанию разных морфодинамических типов русел и морфологических типов пойм. По природным кормовым угодьям, доминирующим пойменно-русовым районом являются разнотравно-костровные, разнотравно-злаковые луга, занимающие центральную часть пойменного массива.

Для пойменного массива характерны многочисленные повсеместные озера-старицы и рукава, в южной части массива — озера. По генетическим показателям изучаемые пойменные озера долины Иртыша, относятся к следующему: тип — эндогенные, класс — гидрогенные, подкласс — эрозионно-аккумулятивные (речные), род — озера пойменные, озера надпойменных террас; вид — озера-протоки, озера-старицы (Царегородцева, 2005).

Список литературы.

- Естественно-научное обоснование уменьшения территории государственного природного (комплексного) заказника «Пойма реки Иртыш» в связи с необходимостью реконструкции Майского водопровода // Под. ред. Гельдыева Г.В. Алматы, 2014. 95 с.
- Залетаев В.С. Экотоны в биосфере. М.: РАСХН, 1997. 329 с.
- Царегородцева А.Г. Гидроэкология пойменных ландшафтов (Павлодарское Прииртышье). Павлодар: Кереку, 2005. 243 с.
- Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Т. 2 Морфодинамика речных русел. М.: КРАСАНД, 2011. 960 с.

К ВОПРОСУ О РОЛИ ПРОДУКТОВ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ *CASTOR FIBER L.* В ФОРМИРОВАНИИ СПЕЦИФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ЗООПЛАНКТОНА БОБРОВЫХ ПРУДОВ МАЛЫХ РЕК (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ)

И. В. Чалова*, Н. С. Шевченко*, О. Л. Цельмович*, В. Л. Лавров**, А. В. Крылов*

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,

152742, п. Борок, Ярославская обл., Некоузский р-н, e-mail: chalov@yandex.ru

**Воронежский государственный природный биосферный заповедник,

394080, г. Воронеж, Госзаповедник, Центральная усадьба, e-mail: lavrov-V-L@mail.ru

Показано, что продукты жизнедеятельности бобров стимулируют развитие крупной *Daphnia (Ctenodaphnia) magna* Straus. В воде с добавлением продуктов жизнедеятельности бобров, где массово развивалась *D. magna*, снижалось количество молоди мелкого вида ветвистоусых ракообразных *Ceriodaphnia dubia* Richard.

Ключевые слова: жизнедеятельность бобров, разноразмерные виды, *Daphnia (Ctenodaphnia) magna* Straus, *Ceriodaphnia dubia* Richard, численность, биомасса, биотестирование.

TO THE QUESTION ABOUT THE ROLE OF METABOLIC PRODUCTS OF *CASTOR FIBER L.* IN THE FORMATION OF SPECIFIC PATTERNS OF ZOOPLANKTON BEAVER PONDS AND SMALL RIVERS (EXPERIMENTAL RESEARCH)

I. V. Chalova*, N. S. Schevchenko*, O. L. Tselmovich*, V. L. Lavrov**, A. V. Krylov*

*Institute for Biology of Inland Waters RAS, 152742, Borok, Yaroslavl region, Russia, e-mail: krylov@ibiw.yaroslavl.ru

**Voronezh Biosphere State Reserve, Voronezh, 394080, Russia, e-mail: lavrov-V-L@mail.ru

It is shown that the products of life activity of beavers stimulate the development of large *Daphnia (Ctenodaphnia) magna* Straus. In the water with the addition of waste products beavers, where massively developed *D. magna*, decreased the number of juveniles small species of Cladocera *Ceriodaphnia dubia* Richard.

Keywords: activity *Castor fiber L.*, different sized species, *Daphnia (Ctenodaphnia) magna* Straus, *Ceriodaphnia dubia* Richard, abundance, biomass, biotesting.

Таблица 1. Схема эксперимента

Вариант	n	Начальная плотность посадки <i>Daphnia (Ctenodaphnia) magna</i>	Добавление ПЖБ
I	3	5 экз./5 л	0
II	3	5 экз./5 л	10 г/л
III	3	25 экз./5 л	0
IV	3	25 экз./5 л	10 г/л

Для малых рек большинства регионов России, а также водотоков Европы и Северной Америки, одним из ключевых факторов развития сообществ гидробионтов стала средообразующая деятельность бобров (*Castor fiber L.*, *C. canadensis* Kuhl.) (Завьялов и др., 2005; Экосистема малой реки ..., 2007; Речной бобр ..., 2012; Restoring the European ..., 2011; Naiman et al., 1986, 1994 и мн. др.). На зарегулированных и активно

используемых бобрами участках малых водотоков по мере увеличения времени их эксплуатации за счет развития крупных видов Cladocera до рекордных величин повышается численность и биомасса зоопланктона (Крылов, 2002, 2005; Крылов и др., 2007; Krylov, 2011). Результаты полевых и экспериментальных работ показали, что важную роль в этом играет не только зарегулирование стока, но и продукты жизнедеятельности (ПЖБ) *C. fiber* (Крылов и др., 2007; Чалова и др., 2012). Однако до сих пор остается вопрос, что способствует столь значительному развитию крупных ветвистоусых рачков, в результате которого формируются практически монодоминантные сообщества?

Таблица 2. Содержание биогенных веществ и их соотношение в микрокосмах: в числителе — N | P (мг/л), в знаменателе — N/P

Вариант*	20 июня	27 июня	4 июля	11 июля	18 июля	$M \pm m, p < 0.05$
1*	0.82 0.10 8.2	1.22 0.16 7.6	0.72 0.21 3.4	0.90 0.20 4.5	0.75 0.13 5.8	0.9±0.09 0.2±0.02 5.9±0.90
2**	10.72 7.40 1.4	14.46 16.15 0.9	14.71 8.4 1.8	16.46 12.5 1.3	7.23 10.50 0.7	12.7±1.66 10.9±1.56 1.2±0.19
I	0.51 0.14 3.6	1.58 0.22 7.2	1.02 0.20 5.1	2.0 0.22 9.1	1.61 0.25 6.4	1.3±0.26 0.2±0.02 6.3±0.93
II	11.61 10.50 1.1	13.93 14.90 0.9	14.63 15.5 0.9	21.83 13.4 1.6	15.56 10.75 1.4	15.5±1.70 13.0±1.03 1.2±0.14
III	0.57 0.23 2.5	0.96 0.24 4.0	0.64 0.3 2.1	1.61 0.30 5.4	0.76 0.35 2.2	0.9±0.19 0.3±0.02 3.2±0.64
IV	9.46 4.60 2.1	12.87 17.0 0.8	8.32 9.9 0.8	14.0 13.5 1.0	8.51 12.0 0.7	10.6±1.17 11.4±2.06 1.1±0.26

*1 — контрольная вода; **2 — контрольная вода с добавлением ПЖБ.

экспериментальное изучение влияния ПЖБ на количественные показатели *Daphnia (Ctenodaphnia) magna* Straus и влияние воды с продуктами жизнедеятельности бобров и *D. (C.) magna* на количество потомства *Ceriodaphnia dubia* Richard.

Эксперимент проводили в 12 микро-

космах объемом 5 л в июне–июле 2013 г. (см. табл. 1). Для определения численности и биомассы *Daphnia magna* один раз в неделю мерным сосудом объемом 0.1 л собирали 1 л воды, которую процеживали через планктонную сеть с размером ячеек 64 мкм. Параллельно брали воду для проведения биотестирования с исполь-

зованием *Ceriodaphnia dubia* Richard (Методика определения ..., 2007). Кроме того, определяли содержание общего азота и фосфора (Гапеева и др., 1984; Методика выполнения ..., 2004).

Таблица 3. Средняя ($M \pm m$, $p < 0.05$) за период проведения эксперимента численность (N , экз./л) и биомасса (B , мг/л) *Daphnia magna*

Вариант	N	B
I	32.4 ± 6.6	60.0 ± 14.2
II	1404.7 ± 1178.0	1637.1 ± 1380.8
III	85.8 ± 38.0	158.2 ± 77.9
IV	7211.0 ± 3163.7	7277.7 ± 3797.2

количества молоди, отрожденной одной самкой *Ceriodaphnia dubia* в течение 7 суток (рис. 2). Более того, по мере прохождения времени опыта и, следовательно, увеличения плотности *Daphnia magna*, количество молоди *Ceriodaphnia dubia* уменьшалось.

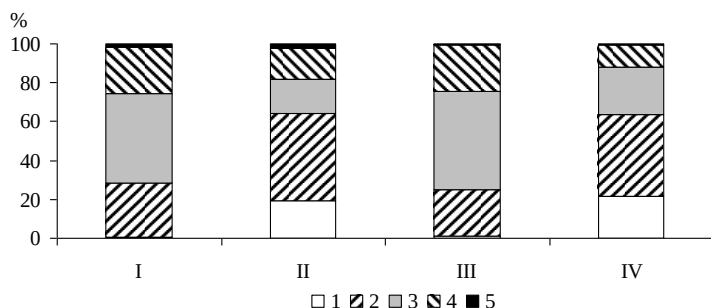


Рис. 1. Средняя за период проведения эксперимента доля разноразмерных особей *Daphnia magna*. 1 — длиной < 1 мм; 2 — 1–2 мм; 3 — 2–3 мм; 4 — 3–4 мм; 5 — > 4 мм.

в корме, что позволило говорить даже о том, что их развитие лимитируется не столько количеством пищи, сколько количеством минеральных элементов в ней (Sterner, Hessen, 1994; Sterner, Robinson, 1994; Urabe et al., 1997). И это в полной мере относится к такому крупному виду, как *D. magna*, основные места массового развития которой — высокотрофные (в том числе удобряемые) пруды, малые и временные водоемы.

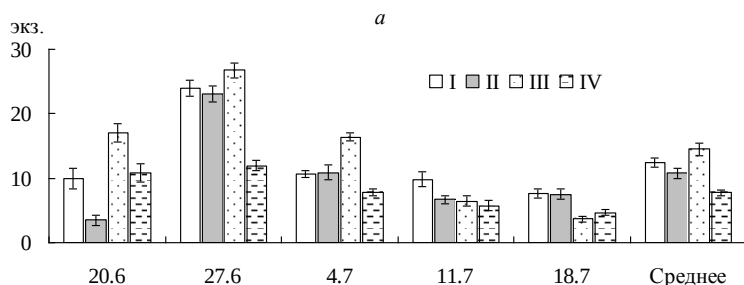


Рис. 2. Среднее ($M \pm m$, $p < 0.05$) количество молоди, отрожденной одной самкой *Ceriodaphnia dubia* за 7 суток в течение проведения эксперимента и в среднем за весь период.

нию первой кладки, скорости роста и уменьшению размеров мелких (< 1.8 мм) видов рода *Daphnia*. По всей видимости, данный эффект наблюдается и по отношению к мелким видам других родов Cladocera.

Таким образом, продукты жизнедеятельности бобров способствуют увеличению концентрации фосфора в воде и снижению соотношения азота и фосфора, что стимулирует развитие крупных видов рода *Daphnia*. Продукты жизнедеятельности представителей рода *Daphnia*, в свою очередь, могут угнетающе действовать на репродуктивные функции мелких видов ветвистоусых ракообразных, благодаря чему в бобровых прудах формируются практически монодоминантные сообщества зоопланктона, отличающиеся высокими величинами численности и биомассы.

Исследования проведены при поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития», Подпрограмма «Биоразнообразие: состояние и динамика».

Список литературы

- Гапеева М.В., Разгулин С.М., Скопинцев Б.А. Ампульный персульфатный метод определения общего азота в природных водах. // Гидрохим. материалы. 1984. Т. 87. С. 67–70.
- Завьялов Н.А., Крылов А.В., Бобров А.А., Иванов В.К., Дгебуадзе Ю.Ю. Влияние речного бобра на экосистемы малых рек. М.: Наука, 2005. 186 с.
- Задереев Е.С. Химические взаимодействия среди планктонных ракообразных // Журнал общей биологии. 2002. № 2. С. 149–157.

- Крылов А.В. Влияние деятельности бобров как экологического фактора на зоопланктон малых рек // Экология. № 5. 2002. С. 350–357.
- Крылов А.В. Зоопланктон равнинных малых рек. М.: Наука, 2005. 263 с.
- Крылов А.В., Чалова И.В., Цельмович О.Л. Ветвистоусые ракообразные в условиях зарегулирования малых рек человеком и бобрами // Экология. 2007. № 1. С. 37–44.
- Методика выполнения измерений массовой концентрации фосфора общего в пробах природных и очищенных сточных вод фотометрическим методом после окисления персульфатом. ПНД Ф 14.1:2.106-97. Ростов-на-Дону: АКВАРОС, 2004. 12с.
- Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости перидафний. ФР.1 39.2007.03221. М.: АКВАРОС, 2007. 56 с.
- Речной бобр (*Castor fiber* L.) как ключевой вид экосистемы малой реки (на примере Приокско-Террасного государственного биосферного природного заповедника). М.: Т-во научн. изд. КМК, 2012. 150 с.
- Толмеев А.П. Концепция «экологической стехиометрии» в водных экосистемах: литературный обзор // Сибирский экол. журн. 2006. № 1. С. 13–19.
- Чалова И.В., Шевченко Н.С., Цельмович О.Л., Крылов А.В. Реакция *Ceriodaphnia dubia* Richard на продукты жизнедеятельности водных и околотоводных видов-средообразователей // Актуальные проблемы изучения ракообразных континентальных вод: Сб. лекций и докл. Междунар. школы-конф. Ин-т биологии внутр. вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, 5–9 ноября 2012 г. Кострома: ООО Костромской печатный дом, 2012. С. 309–312.
- Экосистема малой реки в изменяющихся условиях среды. М.: Т-во научн. изд. КМК, 2007. 372 с.
- Andersen T., Hessen D.O. Carbon, nitrogen, and phosphorus content of freshwater zooplankton // Limnol. Oceanogr. 1991. Vol. 36. P. 807–814.
- Burns C.W. Crowding-induced changes in growth, reproduction and morphology of *Daphnia* // Freshwater Biol. 2000. V. 43, № 1. P. 19–29.
- Krylov A.V. Impact of beaver activity upon zooplankton of the small rivers in the upper Volga basin // Restoring the European Beaver: 50 Years of Experience / Sjöberg G. and Ball J.P. (eds). Sofia-Moscow: Pensoft Press, 2011. P. 241–254.
- Naiman R.J., Melillo J.M., Hobbie J.E. Ecosystem alteration of boreal forest streams by beaver (*Castor canadensis*) // Ecology. 1986. V. 67. № 5. P. 1254–1269.
- Naiman R.J., Pinay G., Johnston C., Pastor J. Beaver influence on the long-term biogeochemical characteristics of boreal forest drainage networks // Ecology. 1994. Vol. 74 (4). P. 905–921.
- Restoring the European Beaver: 50 Years of Experience / Sjöberg G. and Ball J.P. (eds). Sofia-Moscow: Pensoft Press, 2011. 280 p.
- Sterner R.W., Hessen D.O. Algal nutrient limitation and the nutrition of aquatic herbivores // Annual Review of Ecology and Systematic. 1994. V. 25. P. 1–29.
- Sterner R.W., Robinson J.L. Thresholds for growth in *Daphnia magna* with high and low phosphorus diets // Limnology and Oceanography. 1994. V. 39. P. 1229–1233.
- Sterner R.W., Schulz K.L. Zooplankton nutrition: recent progress and a reality check // Aquatic Ecol. 1998. Vol. 32. P. 261–279.
- Urabe J., Clasen J., Sterner R.W. Phosphorus limitation of *Daphnia* growth: Is it real // Limnology and Oceanography. 1997. V. 42, N 6. P. 1436–1443.

УДК: 581.526.325:556.53 [574.5+57.06] (470.22)

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ И ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ФИТОПЛАНКТОНА РЕК РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ (РОССИЯ)

Т. А. Чекрыжева

Учреждение Российской Академии наук Институт водных проблем Севера, Карельский научный центр РАН, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, e-mail: Tchekryzheva@mail.ru

В фитопланктоне 52 рек Карелии по материалам исследований 1971–2012 гг. обнаружено 674 вида, разновидности и формы водорослей, принадлежащих к 8 отделам, 16 классам, 32 порядкам, 77 семействам и 160 родам. Наиболее разнообразны диатомовые, зеленые, синезеленые и золотистые водоросли (93% от общего списка). Планктонная флора представлена в основном индифферентными по отношению к солености (66%) и pH воды (66%), олигосапробными, олиго-β-мезосапробными и β-мезосапробными видами (83%).

Ключевые слова: фитопланктон, таксономический состав, экология видов, реки, Карелия.

ECOLOGICAL AND TAXONOMIC DIVERSITY OF PHYTOPLANKTON RIVERS OF THE THE REPUBLIC OF KARELIA (RUSSIA)

T. A. Chekryzheva

Surveys of 52 rivers in Karelia in 1971–2012 yielded 674 species, varieties and forms of algae belonging to 8 phyla, 16 classes, 32 orders, 77 families, and 160 genera. The most diverse were diatoms, green, blue-green, and golden algae (93% of the total checklist). The plankton flora is mainly represented by salinity-indifferent (66%) and pH-indifferent (66%) oligosaprobic, oligo-b-mesosaprobic and b-mesosaprobic species (83%).

Keywords: phytoplankton, taxonomic composition, species ecology, rivers, Karelia.

Республика Карелия (площадь 178 тыс. км²), расположенная на севере Европейской части России, имеет хорошо развитую гидрографическую сеть, относящуюся к бассейнам Белого (57% территории) и Балтийского (43% территории) морей. Специфика гидрографии региона обусловлена особенностями всего комплекса природных условий, в первую очередь, геологического строения, рельефа, климата, а также географическим положением республики. Общее число рек составляет 26,7 тыс. с суммарной протяженностью 83 тыс. км. Преобладают водотоки длиной менее 10 км (95%) и только 30 рек имеют длину более 100 км и относятся к классу средних (Каталог ..., 2001; Литвиненко и др., 2011). Густота речной сети составляет 0,53 км/км². Химический состав

поверхностных вод республики формируется в условиях трудно растворимых коренных пород Балтийского кристаллического щита, хорошо промытых четвертичных отложений и высокой заболоченности. Для поверхностных вод Карелии (Каталог..., 2001; Озера Карелии..., 2013) характерны широкие пределы значений pH (4.2–7.5), суммы ионов (5–200 мг/л) и цветности (5–300 град. Pt – Со шкалы). Большинство рек республики и их водосборные бассейны подвержены антропогенному воздействию техногенных вод различного происхождения (промышленные, коммунальные, сельскохозяйственные, садковое форелеводство и т.д.).

Исследования фитопланктона рек республики Карелия, начало которым в первой трети прошлого столетия положил В.К. Чернов (1927), продолжаются (Альгофлора..., 2006; Библиография..., 2006; Вислянская, 1990, 1998; Трифонова, 1973; Чекрыжева, 1985, 2003; Генкал, Чекрыжева, 2013) и к настоящему времени изучен фитопланктон 52 рек, в том числе 25 рек в бассейне Белого моря и 27 рек в бассейне Балтийского моря. Исследован фитопланктон притоков Белого моря: реки Шуя (длина 85 км), Кузема (62 км), Калга (59 км), Ундукса (51 км), Воньга (106 км), Кятка (45 км), Мягрека (48 км), Гридина (72 км), Хлебная (12 км), Нижма (26 км), Сума (164 км), Колежма (87 км), Нюхча (106 км), а также река Кемь (длина 191 км) с впадающими в нее реками Сопы (52 км), Кепа (154 км), Муезерка (48 км). Обследованы реки, впадающие в оз. Паанаярви (Мянтю-йоки (12 км), Мутка-йоки (17 км), Селькя-йоки (10 км), Сова-йоки (17 км), а также реки Оланга (137 км), Елма (50 км), Кенти (97 км), Лахна (53 км). В бассейне Балтийского моря исследованы притоки Онежского озера (Шуя (194 км), Суна (280 км), Водла (149 км), Мегра (52 км), Кумса (62 км), Немина (76 км), Пяльма (72 км), Уница (55 км), Деревянка (20 км), Лососинка (25 км), Неглинка (14 км), Пухта (28 км), Шокша (23 км), Туба (16 км), Вичка (30 км). Притоки р. Шуя (онезская) (Вилга (20 км), Сяпса (6 км), Святрека (28 км), Кутижма (33 км), Чална (42 км). Реки, впадающие в озеро Сямозеро (Аймененегги (14 км), Кивач (16 км), Кудомы (25 км), Судак (18 км), Малая Суна (22 км) и озеро Ведлозеро (Вухтанегги (12 км), Нялма (21 км).

Цель работы заключалась в изучении таксономического и экологического разнообразия фитопланктона водотоков республики.

Материалы и методы. Материалом для настоящей работы послужили как собственные данные, так и литературные сведения многолетних исследований (1971–2012 гг.) фитопланктона 52 рек Карелии. Из них 9 рек имеют длину более 100 км (17% от общего числа обследованных), 15 рек (29%) имеют длину от 100 до 50 км, 14 рек (27%) имеют длину 50 до 20 км и 14 рек (27%) имеют длину от 20 до 10 км.

Сбор и обработку фитопланктонных проб проводили с использованием общепринятых методов (Методика..., 1975). Эколого-географические характеристики отдельных видов водорослей устанавливали из работ (Прошкина-Лавренко, 1953; Макрушин, 1974; Унифицированные методы..., 1977; Давыдова, 1985; Барина и др., 2006).

Результаты исследований и обсуждение. Сводный список планктонных водорослей рек республики Карелия, составленный на основании многолетних исследований насчитывает 674 вида, разновидности и формы водорослей, принадлежащих к 8 отделам, 16 классам, 32 порядкам, 77 семействам и 160 родам (табл. 1). Основная часть таксонов рангом ниже рода (61 семейство) входит в состав трех отделов Bacillariophyta, Chlorophyta и Cyanophyta, Chrysophyta, определяющих видовое разнообразие фитопланктона водотоков. Представители других отделов (Euglenophyta, Cryptophyta, Dinophyta, Xanthophyta) менее разнообразны, доля их участия невысока и не превышает в сумме 7%.

Таблица 1. Структура таксономического состава фитопланктона рек

Отделы	Классы	Порядки	Семейства	Роды	Виды, разновидности и формы	% от общей флоры
Bacillariophyta	2	8	19	44	339	50,3
Chlorophyta	5	10	25	64	167	24,8
Cyanophyta	3	6	17	26	85	12,6
Chrysophyta	1	1	4	8	38	5,6
Euglenophyta	1	1	1	3	22	3,3
Xanthophyta	2	3	7	7	8	1,2
Cryptophyta	1	1	1	4	8	1,2
Dinophyta	1	2	3	4	7	1,0
Всего	16	32	77	160	674	100

Наиболее разнообразны в фитопланктоне рек диатомовые водоросли (табл. 1). Самым большим числом таксонов представлены порядки Raphales — 252 (37.4% общего числа) и Araphales — 53 (7.9%). Наиболее богаты таксонами семейства Naviculaceae (80 таксонов), Eunotiaceae (42), Fragilariaceae (41), Achnanthaceae (26), Gomphonemataceae (23), Nitzschiaceae (19) и роды *Eunotia* (42 таксона), *Navicula* (30), *Cymbella* (28), *Pinnularia* (23), *Gomphonema* (23), *Fragilaria* (18), *Synedra* (16), *Nitzschia* (15), *Cyclotella* и *Aulacoseira* (по 11 таксонов) (табл. 2).

Из зеленых водорослей разнообразнее представлены таксонами порядки Chlorococcales (72 таксона или 10.7%) и Desmidiaceae (60 таксонов или 8.9%). Из порядка Chlorococcales наиболее богаты таксонами семейства Scenedesmeceae (14), а также род *Scenedesmus* (8). Из порядка Desmidiaceae, разнообразнее семейства Desmidiaceae и Closteriaceae, включающие, соответственно, 44 и 16 таксонов рангом ниже рода. Наибольшее число таксонов содержится в родах *Cosmarium* и *Closterium* (см. табл. 2). Порядки Chlamydomonadales, Volvocales, Ulothrichales, Oedogoniales и другие наименее разнообразны и представлены немногочисленными таксонами из родов *Chlamydomonas*, *Pandorina*, *Eudorina*, *Volvox*, *Phacotus*.

Синезеленые водоросли (Cyanophyta) представлены в планктоне озера 17 семействами и 26 родами, из которых разнообразнее представлены семейства Oscillatoriaceae (21 таксон), Anabaenaceae (9) и роды *Oscillatoria* (12) и *Anabaena* (7 (см. табл. 2)).

Таблица 2. Ведущие семейства и роды по числу таксонов водорослей

Семейство	Число таксонов	% от общей флоры	Род	Число таксонов	% от общей флоры
Naviculaceae	76	12	<i>Eunotia</i>	42	6.2
Desmidiaceae	44	7	<i>Navicula</i>	30	4.5
Eunotiaceae	42	6	<i>Cymbella</i>	28	4.2
Fragilariaceae	41	6	<i>Pinnularia</i>	23	3.4
Achnantheaceae	26	4	<i>Gomphonema</i>	23	3.4
Gomphonemataceae	23	3	<i>Fragilaria</i>	18	2.7
Euglenaceae	22	3	<i>Cosmarium</i>	18	2.5
Oscillatoriaceae	21	3	<i>Achnanthes</i>	17	2.4
Nitzschiaceae	19	3	<i>Synedra</i>	16	2.2
Dinobryonaceae	16	2	<i>Nitzschia</i>	15	1.6
Ankistrodesmaceae	16	2	<i>Closterium</i>	15	1.6
Closteriaceae	16	2	<i>Dinobryon</i>	13	2.7
Stephanodiscaceae	15	2	<i>Oscillatoria</i>	12	2.2
Scenedesmaceae	14	2	<i>Cyclotella</i>	11	1.6
Aulacoseiraceae	11	2	<i>Aulacoseira</i>	11	1.6
Surirellaceae	10	1.5	<i>Trachelomonas</i>	9	1.3
Chrysococcaceae	10	1.5	<i>Scenedesmus</i>	8	1.2
Anabaenaceae	9	1.5	<i>Mallomonas</i>	8	1.2
Cryptomonadaceae	8	1.2	<i>Euglena</i>	6	0.9

Видовое разнообразие золотистых водорослей (Chrysophyta) определяется 4 семействами и 8 родами, из которых наиболее богаты таксонами семейства Dinobryonaceae (16 таксонов), Chrysococcaceae и Sinugaceae, по 10 таксонов. Наибольшее разнообразие имеют роды *Dinobryon* и *Mallomonas* (см. табл. 2).

Желтозеленые водоросли представлены в планктоне 7 семействами и 7 родами, из которых семейства Sciadaceae имеет 5 таксонов, а Tribonemataceae — 2 таксона. Роды *Tribonema*, *Ophiocytium*, *Istmochloron* включают по 2–3 таксона.

Разнообразие отделов Euglenophyta, Dinophyta, Cryptophyta сформировано значительно меньшим числом семейств (1–3), родов (3–4) и таксонов (см. табл. 1, 2).

В эколого-географическом отношении альгофлора рек представлена 280 широко распространенными в континентальных пресных водоемах космополитными видами, составляющими 66% от общего числа видов индикаторов. Существенная часть приходится на бореальные и арктоальпийские виды. По отношению к степени минерализации (галоности) воды большинство выявленных видов являются олигогалолами с преобладанием индифферентов (66%), при незначительной доле галофильных и галофобных видов. Наиболее многочисленную группу водорослей, в отношении к pH воды, составляли индифферентные (22 таксона или 66%). Основная часть индикаторов органического загрязнения (сапробности) в озере и реках — виды фитопланктона, обитающие чаще в олигосапробных, олиго-β-мезосапробных и β-мезосапробных условиях (83% от всех видов-индикаторов сапробности) (табл. 3).

Таблица 3. Эколого-географические характеристики водорослей

Характеристика	Число видов	%
Местообитание:		
Планктонные (п)	200	41
Бентосные (б)	110	22
Обрастатели (о)	95	20
Литоральные (л)	70	14
Эпипланктонные (еп)	15	3
Всего	490	100
Галоность:		
Олигогалобы (ог)	22	7
Галофобы (гб)	44	15
Индифференты (ин)	198	66
Галофилы (гл)	25	8
Мезогалобы (мг)	11	4
Всего	300	100
Отношение к pH:		
Ацидофилы (ац)	31	9
Индифференты (и)	222	66
Алкалифилы (ал)	85	25
Всего	338	100

Характеристика	Число видов	%
Сапробность:		
Ксеносапробы (χ)	1	1
Ксено-олигосапробы (χ -о)	12	6
Олигосапробы (о)	40	22
Олиго- β -мезосапробы (о- β)	38	20
β -мезосапробы (β)	78	41
β - α -мезосапробы (β - α)	8	4
α -мезосапробы (α)	12	6
ρ - α -поли- α -сапробы (ρ - α)	0	0
Полисапробы (ρ)	0	0
Всего	190	100

Заключение. В фитопланктоне обследованных рек республики Карелии обнаружено 674 вида, разнообразности и формы водорослей, принадлежащих к 8 отделам, 16 классам, 32 порядкам, 77 семействам и 160 родам. Наиболее разнообразны диатомовые, зеленые, синезеленые и золотистые водоросли, составляющие 93% от общего списка. Эколого-географический анализ выявил преобладание видов, индифферентных по отношению к солености (66%) и pH воды (66%), а также олигосапробных, олиго- β -мезосапробных и β -мезосапробных (83%) видов по отношению к степени сапробности вод.

Список литературы

- Альгофлора озер и рек Карелии. Таксономический состав и экология / Комулайнен С.Ф., Чекрыжева Т.А., Вислянская И.Г. Петрозаводск: Кар НЦ РАН. 2006. 81 с.
- Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей – индикаторов окружающей среды. Тель-Авив: Piles Studio, 2006. 498 с.
- Комулайнен С.Ф., Антипина Г.А., Вислянская И.Г., Иешко Т.А., Лак Г.Ц., Чекрыжева Т.А., Шаров А.Н., Шелехова Т.С. Библиография работ по водорослям Европейского Севера России (Республика Карелия, Мурманская область). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006. 66 с.
- Вислянская И.Г. Фитопланктон притоков Онежского озера // Притоки Онежского озера. Петрозаводск: Кар НЦ РАН, 1990. С. 44–63.
- Вислянская И.Г. Фитопланктон. Притоки Белого моря // Современное состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1992–1997 гг. Петрозаводск: Кар НЦ РАН. С. 168–169.
- Генкал С.И., Чекрыжева Т.А. К флоре Bacillariophyta водоемов национального парка «Паанаярви», Карелия // Бот. журн. 2013. Т. 98, № 8. С. 974–984.
- Давыдова Н.Н. Диатомовые водоросли – индикаторы природных условий водоемов в голоцене. Л.: Наука, 1985. 244 с.
- Каталог озер и рек Карелии. Петрозаводск, Изд. Кар НЦ РАН. 2001. 289 с.
- Литвиненко А.В., Богданова М.С., Карпечко Ю.В., Литвинова И.А., Филатов Н.Н. Водные ресурсы Карелии: основные проблемы рационального использования и охраны // Тр. Кар НЦ РАН. № 4. Петрозаводск, 2011. С. 12–20.
- Макушин А.В. Библиографический указатель по теме "Биологический анализ качества вод" с приложением списка организмов - индикаторов загрязнения. Л.: ЛГУ. 1974. 53 с.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.
- Озера Карелии. Гидрология, гидрохимия, биота. Справочник / Под. ред. Н. Н. Филатова и В. И. Кухарева. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2013. 464 с.
- Прошкина-Лавренко А.И. Диатомовые водоросли–показатели солености воды // Диатомовый сборник. Л.: ЛГУ, 1953. С. 186–205.
- Трифонов И.С. Состав и продукционная характеристика фитопланктона реки Кеми и озер ее поймы // Биол. исслед. на внутр. водоемах Прибалтики. Минск, 1973. С. 32–34.
- Унифицированные методы исследования качества вод. Часть III. Методы биологического анализа вод. 3-е издание. Приложение 2. Атлас сапробных организмов. М.: СЭВ, 1977. С. 42–141.
- Чекрыжева Т.А. Фитопланктон и оценка сапробности водоемов озерно-речных систем Карельского и Поморского побережий Белого моря // Исслед. некоторых элементов экосистемы Белого моря и его басс. Операт.– информ. матер. КФ АН СССР. Петрозаводск, 1985. С. 37–40.
- Чекрыжева Т.А. Фитопланктон озера Паанаярви и его притоков // Природа национального парка Паанаярви. Тр. Кар НЦ РАН. Сер. Б. Биология. Вып. 3. Петрозаводск, 2003. С. 119–123.
- Чернов В.К. Результаты гидробиологического обследования рек Суны, Шуи, Лососинки и Косалмского протока // Тр. Бородинской биол. ст. 5. 1927. С. 190–202.

ЗООПЛАНКТОН МАЛЫХ РЕК ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ АКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

А. В. Черевичко

Псковское отделение ФГБНУ «Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства», г. Псков, Россия, E-mail: acherevichko@mail.ru

Изучены состав и структура зоопланктона некоторых малых рек Псковской области на участках с активным загрязнением недоочищенными сточными водами предприятий или населенных пунктов. Выявлено, что одним из основных факторов, определяющих состав и структуру, зоопланктона является органическое загрязнение, приводящее к повышению уровня трофии водотока.

Ключевые слова: малые реки, зоопланктон, структурные показатели, органическое загрязнение.

There were examined composition and structure of zooplankton of some small rivers in the Pskov region with active unrectified wastewaters pollution of plants or settlements. It was revealed that one of the main factors determining the composition and structure of plankton communities is organic pollution, leading to increased levels of trophic status of the watercourse.

Keywords: small rivers, zooplankton, structural indicators, organic pollution.

Реки Псковской области используются для водозабора и водосброса, т.е. служат природными коллекторами. Основными источниками загрязненных сточных вод, сбрасываемых в реки, являются предприятия жилищно-коммунального хозяйства и агропромышленного комплекса. Одним из наиболее важных последствий антропогенного пресса является нарушение природного биоразнообразия водных сообществ, в результате которого снижается их устойчивость и способность водных экосистем к самоочищению.

Материалом для работы служили пробы зоопланктона, собранные в 2009–2012 гг. на участках рек с активным загрязнением. Под «активным» понимается загрязнение недоочищенными сточными водами предприятий или населенных пунктов (Андрушайтис и др., 1984).

Всего нами обследовано 16 малых рек, десять из которых: Гдовка, Пимжа, Старцева, Утроя, Синяя, Крупия, Дубина, Лудонка, Пачковка и Кебца относятся к водосборному бассейну Псковско-Чудского озера, остальные шесть к бассейну оз. Ильмень.

Сбор гидробиологического материала проводился на 3 станциях, расположенных в прибрежной части водотоков на расстоянии 300–500 м одна от другой: ст. № 2 — в районе сброса сточных вод в реку, ст. № 1 (условно фоновый участок) — выше по течению и ст. № 3 — ниже по течению реки.

При выборе методов исследования руководствовались нормативными документами в области контроля качества воды, в которых гидробионты используются как один из показателей: ГОСТ 17.1.3.07-82 (ГОСТ, 1982; Руководство, 1992)

Отбор проб зоопланктона проводили фильтрованием 50 л воды через сеть Джеди (газ № 64). Пробы фиксировали 40%-ным формалином и обрабатывали в лаборатории стандартными гидробиологическими методами (Методические рекомендации ..., 1984). Количество организмов зоопланктона подсчитывали в камере Богорова, индивидуальную массу организмов определяли по средней длине, согласно уравнениям (Балушкина, 1979; Рутнер-Колиско, 1977). Определяли видовой состав зоопланктона, число видов, численность (N), биомассу (B).

Для оценки степени загрязнения и определения качества воды проведен сапробиологический анализ сообществ — оценка состояния исследованных участков рек по методу Пантале и Букк в модификации Сладечка (Сладейчик, 1973).

Все исследованные реки равнинного типа, с невысокими, иногда заболоченными берегами, с сильно меандрирующим руслом. Длина их варьирует от 13 до 195 км, глубина от 0.5 до 2.0 м, скорость течения 0.1–0.2 м/с. Самыми крупными реками являются Синяя, Пимжа и Утроя. Питание рек смешанное с преобладанием снегового, наиболее высокие температуры воды отмечаются в июле. Площадь водосборного бассейна варьирует в широких пределах (табл. 1).

Таблица 1. Некоторые гидрологические показатели исследованных рек

Река	Длина, км	Площадь водосбора, км ²
Гдовка	23	150
Старцева	13	56
Пимжа	93	776
Пачковка	19	82
Кебца	36	155
Дубина	41	176
Лудонка	23	150
Утроя	176	3000
Синяя	195	2040
Крупия	28	238
Суковка	16	48
Лазовица	21	93
Черная	20	125
Усвяча	100	1240
Вскувица	22	86
Уза	98	732

В зоопланктоне исследованных участков рек было выявлено 65 видов организмов: 20 из них коловратки (Rotifera), 14 веслоногие (Copepoda) и 31 ветвистоусые (Cladocera) ракообразные. Видовой состав зоопланктона исследованных участков рек вполне типичен для равнинных рек Северо-Запада России. Наиболее широко распространены клadoцеры семейства *Chydoridae*, а также *Ceriodaphnia quadrangula* (O.F. Müller), *Bosmina longirostris* (O.F. Müller). Обычными по встречаемости были коловратки родов *Euchlanis* и *Keratella* и прибрежно-зарослевые виды копепоид: *Eucyclops serrulatus* (Fischer), *Thermocyclops crassus* (Fischer), *Megacyclops viridis* (Jurine).

Зоопланктон наиболее разнообразен на исследованных участках рек Усвяча, Гдовка и Крупия, минимальное число видов планктонных животных отмечено в р. Пачковке и р. Синей (табл. 2).

Различие видового богатства планктонных сообществ во многом объясняется гидрологическими особенностями рек и степенью антропогенного влияния. Наибольшее число видов обнаружено на участках рек, расположенных на урбанизированных территориях: Усвяча (п. Усвяты), р. Гдовка (г. Гдов), р. Крупия (г. Пустошка), где дополнительное поступление органических веществ, очевидно, стимулирует развитие планктонных сообществ. Минимальное число видов зоопланктона отмечено на небольших, р. Старцева (длина 13 км) и р. Пачковка (длина 19 км), расположенных вдали от крупных населённых пунктов, а так же на участках, подверженных сильному загрязнению р. Синяя (маслосырзавод) и р. Лазовица (ЖКХ).

Таблица 2. Общее число видов зоопланктона исследованных участков рек и распределение их по станциям (средние данные за вегетационный сезон)

Река	Зоопланктон			
	Всего видов	ст. № 1	ст. № 2	ст. № 3
Гдовка	23	16	18	13
Старцева	13	8	6	9
Пимжа	14	7	6	9
Пачковка	8	3	4	4
Кебца	15	7	5	6
Дубина	19	10	14	18
Лудонка	15	10	7	8
Утря	19	11	9	11
Синяя	7	7	4	4
Крупия	20	10	12	10
Суковка	15	9	8	8
Лазовица	11	9	9	2
Черная	16	11	6	8
Усвяча	31	22	18	19
Вскувица	14	7	12	7
Уза	16	12	8	8

В р. Лазовица в большом простейшие организмы рода *Carchesium* (отр. Acinetina; класс сосущие инфузории Suctoria). Их массовое присутствие можно объяснить заносом с током воды из очистных сооружений, где они входят в состав активного ила. В природных водах эти организмы относятся к α -мезосапробам — индикаторам повышенного органического загрязнения. Их присутствие, совместно с коловратками р. *Brachionus*, позволяет охарактеризовать воды исследуемой акватории, как загрязненные.

В распределении видов по станциям выявлены следующие особенности: на участках, где сточные воды смешиваются с природными (ст. № 2), как правило, число видов планктонных гидробионтов минимальное. Только в некоторых реках активное загрязнение привело к увеличению числа видов: Гдовка, Крупия, Дубина, Вскувица

На загрязняемых участках рек Синяя, Лазовица и Пачковка отмечена высокая антропогенная нагрузка, о чем свидетельствуют высокие величины БПК₅ (5 мгО/л и выше), здесь в период летней межени организмы зоопланктона полностью отсутствовали.

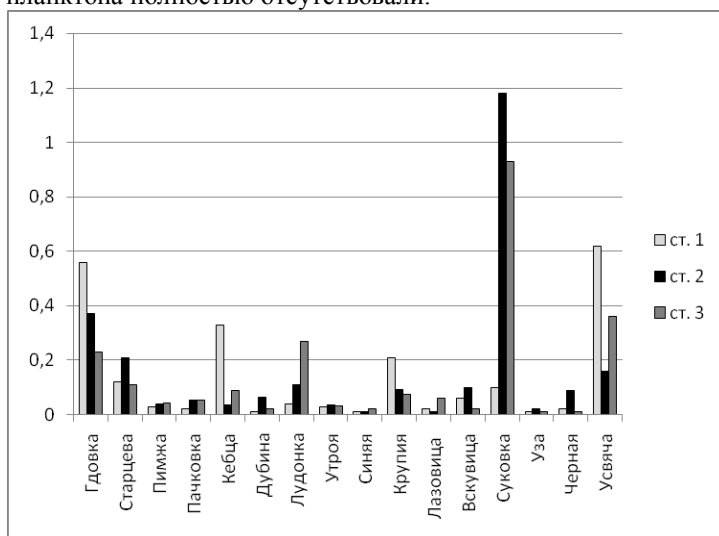


Рис. 3. Среднесезонная биомасса (г/м³) зоопланктона исследованных участков рек.

Количественные показатели планктонных сообществ исследованных участков рек колебались в широких пределах. Показатели биомассы зоопланктона исследованных участков рек не однозначны. В ряде случаев для рек: Старцева, Дубина, Лудонка, Вскувица, Суковка, Черная отмечено заметное развитие сообщества (увеличение биомассы) на станции сброса сточных вод (ст. № 2), что может соответствовать стадии стимуляции — массовым развитием зоопланктеров-фильтраторов в ответ на повышение трофности среды. В некоторых реках (Кебца, Крупия, Усвяча и Гдовка) отмечено снижение биомассы зоопланктона на загрязняемом участке, что может соответствовать стадии угнетения в результате избыточного содержания в воде органики антропогенного происхождения (рис. 3).

В целом изменения количества зоопланктона на загрязняемой станции по сравнению с фоновой более выражены в маленьких речках и менее заметны в более крупных водотоках (Утря, Пимжа, Синяя).

Сапробиологический анализ планктонных сообществ позволяет отнести исследованные участки рек к умеренно загрязненным органическим веществом («удовлетворительной чистоты» по комплексной классификации). Среднесезонные индексы сапробности, рассчитанные по зоопланктону колебались в пределах 1.5–2.4 и соответствовали III классу качества, бетамезосапробной зоне самоочищения. Максимальные величины индекса отмечены для рек Пачковка (2.3), Суковка (2.4) и Лазовица (2.2).

Известно, что структурные особенности планктонных сообществ в реках, определяются, прежде всего, морфометрией и гидрологическими факторами. Как показывают наши данные, на участках рек с активным загрязнением одним из основных факторов, определяющих состав и структуру зоопланктона является органическое загрязнение, приводящее к повышению уровня трофии водотока.

Список литературы

- Андрушайтис Г.П., Мельберга А.Г., Родионов В.И., Цимдинь П.А. О применении экспресс-методов в мониторинге поверхностных вод // Проблема фоновоего мониторинга состояния природной среды. Л.: Гидрометеиздат, 1984. Вып. 2. С. 103–106.
- Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных // Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. Л.: ЗИН АН СССР, 1979. С. 58–72.
- ГОСТ 17.1.3.07-82 Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л.: Изд-во ГосНИОРХ, 1984. 33 с.
- Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В.А. Абакумов и др. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 220 с.
- Ruttner-Kolisko A. Suggestions for biomass calculation of plankton rotifers // Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 1977. № 8. P. 71–76.
- Sladeček V. System of water quality from biological point of view // Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 1973. Bd. 7. S. 1–218.

УДК 574.587 (282.247.224.1)

СООБЩЕСТВА МАКРОБЕНТОСА ВЕРХНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ВЕЛИКОЙ (ПСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ): КОНЦЕПЦИЯ РЕЧНОГО КОНТИНУУМА И ОЗЕРНЫЕ ЭФФЕКТЫ

М. В. Чертопруд

Кафедра гидробиологии МГУ им. М.В. Ломоносова,
119992 Москва, Воробьевы горы, Биофак МГУ, E-mail: lymnaea@yandex.ru

На оригинальных данных рассматривается разнообразие донных и зарослевых сообществ беспозвоночных р. Великой в верхнем течении (до г. Опочка). Описана продольная изменчивость этих сообществ и влияние на нее озер, регулярно встречающихся на реке. Показано, что продольная зональность реки и концепция речного континуума для нее нарушены озерными эффектами, а характеристики речных биотопов и их сообществ в первую очередь определяются дистанцией от очередного озера.

Ключевые слова: река Великая, сообщество, макробентос, продольная изменчивость, концепция речного континуума.

On the original data we examine the bottom and phytal invertebrate communities of the Velikaya River in the upstream (before to Opochka town). Describes the longitudinal variability of river communities and outlet effects of lakes, which regularly occurring on the river. It is shown that the longitudinal zonation of the river and the River Continuum concept are disrupted by lake effects. The characteristics of river habitats and its communities are mainly depended on the distance from the previous lake.

Keywords: river Velikaya, community, macrobenthos, longitudinal variability, River Continuum concept.

Основные тенденции продольной изменчивости водотоков и их биоты описаны в классических работах Иллиеса (Illies, 1961), определивших зоны кренали, ритрала и потамали, и Ваннота с соавторами (Vannote et al., 1980), разработавших так называемую концепцию речного континуума. С тех пор ведется уточнение формулировок и границ применимости этих общих схем (Богатов, 1994; Леванидов, 1981; Чертопруд, 2005, 2011; Minshall et al., 1985; Statzner, 1987; Milner, Pett, 1994 и др.). В целом уже понятно, что эти теории по-разному работают в разных регионах и в водотоках с различным гидрологическим режимом.

Река Великая (Псковская область РФ, бассейн Балтийского моря) в верхнем и среднем течении имеет следующую основную специфику: на ней располагается около двадцати озер ледникового происхождения с характерной длиной от 2 до 5 км, а также три плотинных водохранилища. В результате река разбита на многочисленные участки между озерами длиной от двух до сорока километров. Подстилающие породы имеют моренный характер и богаты валунами, местность в целом лесистая, населенность низка, антропогенная нагрузка относительно мала.

Отстаивание речной воды в озерах приводит к ее эффективному летнему прогреванию, а также освобождению от взвешенных частиц и, возможно, обогащению планктоном. Соответственно, на реке с большим числом озер нарушается часть характерных продольных градиентов водотока, но сохраняется формально основной градиент — постепенно возрастает средняя водность реки, ширина и глубина русла. Проверка закономерностей продольной изменчивости биоты на таком материале должна привести к лучшему пониманию сил, лежащих в основе этих закономерностей.

Материал данной работы: 75 количественных проб на участке реки от д. Юшково до г. Опочка (около 180 км), соответствующих верхней половине реки, собранных в июле 2007 и в августе 2010 гг. в ходе линейных водных маршрутов на разборных байдарках. Ручевой участок (истоки реки) в рассмотрение не включен.

В водотоке обследованы все характерные донные и зарослевые биотопы, продольное изменение сообществ в каждом из них рассмотрено отдельно. Кроме того, проведена оценка представленности на разных

участках реки самих биотопов. Как показатель обилия видов использована интенсивность метаболизма, рассчитанная на основе численности и биомассы. Типы сообществ выделены по комплексам доминирующих видов, их номенклатура дана по схеме (Чертопруд, 2011).

Средняя ширина реки в межень на изученном участке меняется примерно от 5 до 70 м, глубина — от 0.6 до 2.5 м, скорость течения — от 0.3 до 0.7 м/с, водорасход — от 0.7 до 120 м³/с. Максимальная (летняя) температура воды меняется незначительно (от +24 до +27 в августе 2010 г.).

В общей сложности найдено 190 видов макрозообентоса, главным образом личинок насекомых и моллюсков. Продольная изменчивость локального видового богатства не выявлена: число видов на пробу колеблется от 4 до 24 и не связано с длиной водотока.

Изменчивость сообществ на разных биотопах

В реке выделено семь типов биотопов, найденных и обследованных на всех ее участках. Кратко опишем бентос и его продольную изменчивость для каждого из них.

Камни, 6 описаний. Каменистые перекаты встречаются на всем протяжении реки, но к концу лета сильно зарастают реофильными макрофитами и нитчатыми водорослями. На биотопе выделяется два типа сообщества, существенно различающихся по составу доминантов. На верхнем и среднем участках реки развито сообщество эуриотрала с доминантами *Ephemerella ignita* (19.0% суммарного метаболизма сообщества), *Hydropsyche pellucidula* (17.1), *Heptagenia sulphurea* (12.2), *Atherix ibis* (11.1), *Psychomyia pusilla* (5.9). Для нижнего участка описано сообщество гипоритрала с доминантами *Hydropsyche pellucidula* (33.8), *Orthocladus* sp. (24.5), *Hydropsyche contubernalis* (10.1) и *Baetis rhodani* (6.8), и примерно вдвое большим суммарным обилием.

Коряги, 9 описаний. Биотоп встречается по всей реке, обычно вдоль берегов. Продольная изменчивость бентоса невелика, уступая вариациям, связанным с локальной скоростью течения и степенью заиления субстрата. В большинстве проб развито сообщество ксилотрала, в котором смешиваются общеритральные и специфические ксилофильные виды. Доминируют: *Hydropsyche pellucidula* (34.6), *Macronychus quadrituberculatus* (11.2), *Microtendipes* gr. *pedellus* (7.9), характерны также *Heptagenia flava*, *H. sulphurea*, *Lype phaeopa*, *Lepidostoma hirtum*, *Atherix ibis*, *Bithynia tentaculata*.

Заросли макрофитов на быстром течении, 11 описаний. Встречаются часто, по всей реке. Продольная изменчивость невелика и связана со второстепенными видами, в целом выделяется один тип сообщества ритрального типа (фиторитраль), с доминантами: Simuliidae spp. (29.1, не менее 6 видов), *Baetis* spp. (27.6, 7 видов), *Hydropsyche pellucidula* (9.3), *Ephemerella ignita* (8.0), *Brachycentrus subnubilus* (7.4), *Orthocladus* spp. (7.2), *Rheotanytarsus* sp. (5.3). Заметные продольные вариации отмечаются в пределах рода *Baetis*, где одни виды (*B. vernus*, *B. rhodani*) тяготеют к верхним и средним участкам реки, а другие (*B. buceratus*, *B. atrebatinus*) замещают их на нижнем участке. Распределение видов мошек в общем спорадично, их доля в сообществе возрастает при увеличении локального течения.

Заросли макрофитов без существенного течения, 13 описаний. Биотоп занимает небольшие участки в самом верхнем участке реки, хорошо развит в среднем и несколько хуже — в нижнем. Явной продольной изменчивости сообщества не выявлено. Везде развито типичное сообщество эуфитала с преобладанием гастропод, комплекс доминантов включает *Lymnaea stagnalis* (31.7%), *L. patula* (10.6), *Bithynia tentaculata* (10.9), *Cincinna piscinalis* (6.4), *Cloeon bifidum* (5.0).

Песчаные грунты на быстром течении (5 описаний). Встречаются пятнами по всему течению реки, на длинных безозерных участках. Существенной продольной изменчивости бентоса не выявлено, развито сообщество псаммопелали с доминированием специфического комплекса хириноид (68.8, наиболее многочисленны *Polypedium scalaenum*, *Paracladopelma* gr. *camptolabis*, *Cryptochironomus* gr. *defectus*) и горошинки *Pisidium amnicum* (11.2). В пределах группы псаммофильных хириноид отмечается замещение вида *P. gr. camptolabis* (преобладает на верхних станциях) другими видами.

Илисто-песчаные грунты, 12 описаний. Представлены по всей реке, на длинных безозерных участках занимают большую часть дна. Здесь продольные вариации макробентоса проявляются отчетливо. Сообщество в верхних участках неустойчиво по структуре, в разных пробах доминируют поденки *Ephemera danica* или горошинки (*Euglesa* sp., *Henslowiana* sp.). На средних участках формируется вполне типичное сообщество эупелали с доминированием Chironomidae spp. (31.7, 11 видов), *Pisidium amnicum* (27.3) и *Gomphus vulgatissimus* (11.4), хотя встречаются также пробы с доминированием поденок *Ephemera lineata*. Наконец, в нижнем течении его замещает так называемое сообщество униопелали с большой плотностью крупных двустворчатых моллюсков-унионид, доминанты *Unio* spp. (36.2), *Anodonta* sp. (31.2), *Pisidium amnicum* (12.3), *Viviparus viviparus* (12.0). Суммарный метаболизм при этом возрастает примерно в восемь раз.

Рипаль (береговые корни, ветки, затопленная наземная растительность), 7 описаний. Биотоп встречается по всей реке, занимая большую часть береговой кромки. Продольная изменчивость бентоса незначительна, выделен один тип сообщества эурипали с доминированием *Calopteryx splendens* (21.8), *Bithynia tentaculata* (17.1), *Baetis* spp. (10.7), *Lymnaea auricularia* (9.2), *Viviparus viviparus* (5.0).

Таким образом, продольная изменчивость сообществ макробентоса проявляется различно на разных биотопах: на одних наблюдается смена комплексов доминирующих видов, на других — в основном локальные вариации структуры, слабо связанные с продольным градиентом.

Озерные эффекты

Типичная картина продольного распределения биотопов в равнинных реках Европейской России выглядит примерно так (Чертопруд, 2005). В верховьях, при ширине русла 3–10 м, чередуются каменистые перекаты

и песчано-илистые плесы, макрофиты встречаются отдельными куртинами. Дальше, при ширине русла 10–30 м, камни встречаются все реже, перекаты становятся песчаными, плесы — илистыми, вдоль берега появляется сплошная полоса зарослей макрофитов, местами перекрывающая все русло. Еще ниже песчано-илистые грунты полностью доминируют, а камни, макрофиты и другие субстраты занимают ничтожные площади. В водотоках аллювиальных и зандровых ландшафтов каменистых грунтов нет совсем.

В р. Великой ситуация принципиально иная. Общий продольный тренд разорван эффектом озерности. После каждого озера вытекающая река свободна от песчано-илистых взвесей, дно почти полностью каменистое, но, при небольшой глубине, также почти полностью зарастает погруженными макрофитами, различными на разных скоростях течения (так называемый аквариумный тип водотока). Далее, по мере удаления от озера, доля илисто-песчаных грунтов постепенно возрастает, вплоть до полного их преобладания на длинных безозерных участках (например, в районе Идрицы и Опочки). При подходе к очередному озеру или водохранилищу сказывается эффект запрудивания, глубина возрастает, и преобладают илистые грунты, но после выхода из озера аквариумный тип водотока восстанавливается. Соответственно биотопам меняется и соотношение разных типов сообществ макробентоса.

Кроме того, внутри отдельных типов биотопов и сообществ на участках выхода из озер наблюдаются специфические модификации сообщества. Так, для макрофитов на быстром течении (наиболее характерный биотоп этих участков) характерны *Hydropsyche angustipennis*, *Neureclipsis bimaculata*, *Rheotanytarsus* sp., многочисленные личинки Simuliidae, и в целом повышается доля фильтраторов. Сходные явления наблюдаются на камнях и корягах, хотя у нас недостаточно материала для описания отдельных типов лимногенных сообществ, которые известны, например, для Скандинавии (Чертопруд, Палатов, 2013; Wotton, 1995). На дистанциях свыше километра от озера эти особенности исчезают. При этом суммарное обилие макробентоса (в среднем для всех биотопов) не обнаружило корреляции ни с размером водотока, ни с расстоянием от ближайшего озера.

Применимость зональности по Иллиесу. В случае Великой мы не наблюдаем температурных трендов, позволяющих разделить креналь, ритраль и потамаль по Иллиесу (весь изученный участок формально должен быть отнесен к потамали, так как прогревается летом до 25–27°C). По критерию преобладающих донных биотопов наблюдается постепенный переход от ритрального (с преобладанием каменистого дна) к потамальному (преобладанием илисто-песчаного дна) режиму на каждом относительно длинном безозерном участке. В целом, таким образом, зональность по Иллиесу здесь не соблюдается. Зона и сообщества кренали есть в некоторых впадающих в Великую ручьях, не имеющих озер в водосборе; но в ручьях, вытекающих из озер, кренальные эффекты также в основном не работают.

Применимость концепции речного континуума. Применительно к макробентосу эта концепция предполагает, прежде всего, закономерную смену трофических группировок вниз по водотоку в соответствии с типом доступной пищи (в верхних участках должны преобладать детритофаги-разгрызатели, в средних — фитофаги и соскребатели, в нижних — фильтраторы и детритофаги-собиратели). Зона преобладания детритофагов-разгрызателей, возможно, осталась выше изученных нами участков (как и креналь по Иллиесу), а последовательная смена двух других зон наблюдается, но по меньшей мере дважды, на самых длинных безозерных участках: от устья Алоли до водохранилища в с. Шершни, и от Шершней до г. Опочка. Эта смена связана, главным образом, с уже рассмотренной сменой преобладающих биотопов и сообществ (с лито- и фитофильных на пело- и псаммофильные). В пределах отдельных биотопов единый продольный тренд выявляется не всегда, хотя отмечен для каменистых перекатов и илисто-песчаных грунтов (и действительно в целом соответствует предсказаниям концепции речного континуума). В целом трофические тенденции, описанные в этой концепции, играют для Великой второстепенную роль, уступая местным озерным эффектам.

Ситуация локальных отклонений от речного континуума (с возвратом к нему ниже по течению) описана в литературе как «концепция серийных разрывов» («serial-discontinuity concept») (Ward, Stanford, 1983), но в данном случае количество этих разрывов переходит в новое качество: благодаря регулярным озерам вся река представляет собой серии участков, в различной степени отклонившихся от классической схемы и лишь приближающихся к нему по мере отдаления от очередного озера. Прибегая к терминологии сукцессионной динамики сообществ, можно уподобить ситуацию, предсказанную концепцией речного континуума — климаксовой, но почти повсеместно нарушенной озерами и замещенной различными сукцессионными стадиями (хотя сукцессия в данном случае протекает не во времени, а в пространстве).

Список литературы

- Богатов В.В. Экология речных сообществ российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 1994. 210 с.
- Леванидов В.Я. Экосистемы лососевых рек Дальнего Востока // Беспозвоночные животные в экосистемах лососевых рек Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1981. С. 3–21.
- Чертопруд М.В. Продольная изменчивость фауны макробентоса водотоков центра Европейской России // Журн. общ. биологии. 2005. Т. 66. № 6. С. 491–502.
- Чертопруд М.В. Разнообразие и классификация реофильных сообществ макробентоса средней полосы Европейской России // Журн. общ. биологии. 2011. Т. 72. № 1. С. 51–73.
- Чертопруд М.В., Палатов Д.М. Реофильные сообщества макробентоса юго-западной части Кольского полуострова // Биология внутренних вод. 2013. № 4. С. 34–42.
- Hoffsten P. Distribution of filter-feeding caddisflies (Trichoptera) and plankton drift in a Swedish lake-outlet stream // Aquat. Ecol. 1999. V. 33. P. 377–386.
- Illies J. Versuch einer allgemeinen biozonotischen Gliederung der Fließgewässer // Int. Revue Ges. Hydrobiol. 1961. Bd. 46. № 2. S. 205–213.

- Milner A., Pett G. Glacial rivers: physical habitat and ecology // *Freshwater Biol.* 1994. V. 32. № 2. P. 295–307.
- Minshall G., Cummins K., Petersen R., Cushing C., Bruns D., Sedell J., Vannote R. Developments in stream ecosystem theory // *Can. J. Fish. and Aquat. Sci.* 1985. V. 42. № 5. P. 1045–1055.
- Statzner B. Characteristics of lotic ecosystems and consequents for future research direction // *Ecol. Stud.* 1987. V. 61. P. 365–390.
- Vannote R., Minshall G., Cummins K. et al. The river continuum concept // *Can. J. Fish. and Aquat. Sci.* 1980. V. 37. № 1. P. 130–137.
- Ward J., Stanford J. The serial discontinuity concept of lotic ecosystems. In: *Dynamics of lotic ecosystems*. Ed. T. Fontaine, S. Bartell. Ann Arbor Sc. 1983. P. 347–356.
- Wotton R. Temperature and lake-outlet communities // *J. Therm. Biol.* 1995. V. 20. № 1–2. P. 121–125.

УДК 574.54(282.247.29)

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДАХ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ПРЕГОЛЯ (КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛ.)

Н. В. Чибисова*, М. В. Лятун**

*ФГОУ Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, Россия, 236041, г. Калининград, ул. А. Невского, 14, chibisovanv@mail.ru

**Атлантическое отделение ФГБУН Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Россия, 236022, г. Калининград, пр. Мира, 1; marinalyatun@gmail.com

Обобщены данные по содержанию ионов тяжелых металлов в воде для нижнего течения р. Преголя в 2004, 2006, 2009–2011 гг. Отмечено превышение предельно допустимых концентраций для ионов хрома, цинка, железа, меди и марганца. Наибольшие концентрации ионов токсичных металлов зарегистрированы в устье реки Преголя.

Ключевые слова: тяжелые металлы, река Преголя, рентгенофлуоресцентный анализ, предельно допустимые концентрации.

Summarized data of the heavy-metal ions content in the water of the lower reaches of Pregolya river in 2004, 2006, 2009–2011. Observed excess of maximum permissible concentrations of ions of chromium, zinc, iron, copper and manganese. The greatest concentrations of toxic metal ions registered at the mouth of the river Pregolya.

Keywords: heavy metals, Pregolya river, x-ray fluorescence analysis, the maximum permissible concentration.

Изучение растворенных и взвешенных форм токсичных микроэлементов, а также процессов миграции ионов тяжелых металлов в водотоках и накопления их в донных отложениях является важным аспектом при экологических исследованиях речных экосистем. Сведения о содержании ионов токсических металлов в водах реки Преголя носят отрывочный характер. (Доклад о состоянии ..., 1999, 2002, 2004; Панасин, 2001). В 2003 г. Н. В. Чибисовой было проведено исследование возможности использования методики рентгенофлуоресцентного анализа для определения ионов тяжелых металлов в природных водах с различной минерализацией и показано, что данная методика может использоваться при мониторинге различных водных систем – от пресноводных до морских (Чибисова, 2007). Были начаты работы по исследованию содержания ионов токсичных микроэлементов в водах р. Преголя, Вислинском и Куршском заливах Балтийского моря (Чибисова, 2008; Чибисова, Жолинская, 2011). Данная работа суммирует результаты нескольких лет исследований в нижнем течении р. Преголя.

Материал и методы. Материалом для исследования послужили пробы воды, отобранные в нижнем течении реки на постоянных мониторинговых станциях (рис. 1) в 2004, 2006, 2009–2011 гг. В 2004 и 2006 гг. пробы воды отбирали в октябре–ноябре, в 2011 г. — в июле–августе для определения в них ионов цинка, меди, никеля, железа, марганца, кобальта, хрома, ванадия и висмута. В 2009 и 2010 гг. были проведены анализы проб воды р. Преголя для определения в них концентрации ионов хрома и железа. Пробы воды (1 л) отбирали из поверхностного горизонта 0–0.5 м, фиксируя 2 мл азотной кислоты. Всего исследовано 243 пробы.

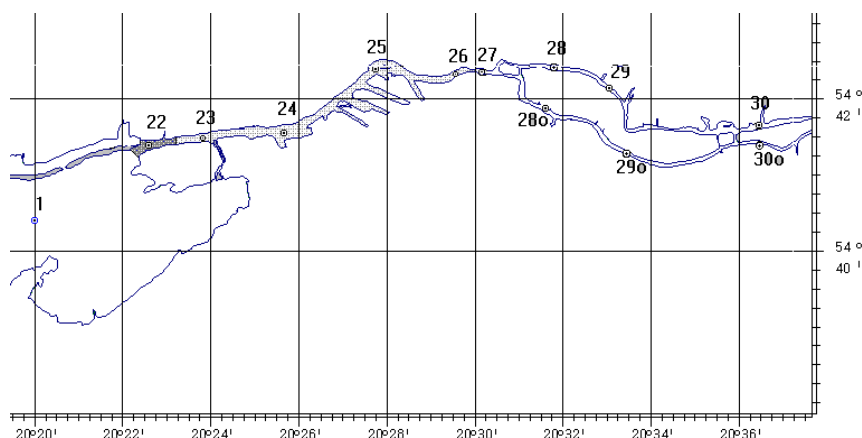


Рис. 1. Схема расположения разрезов на р. Преголя.

Использована методика выполнения измерений массовых концентраций ванадия, висмута, железа, кобальта, хрома, свинца, марганца, никеля, цинка и меди в природных водах рентгенофлуоресцентным методом после концентрирования на целлюлозных ДЭТАТА-фильтрах разработанная, НПО «Спектрон» г. Санкт-Петербург (Определение тяжелых металлов, 2000; Терлецкая и др., 2000). Метод заключается в селективном

концентрировании металлов на целлюлозных ДЭТАТА-фильтрах и рентгенофлуоресцентном определении металлов в полученных фильтрах-конcentратах.

Результаты и их обсуждение. Результаты анализа 243 проб воды из нижнего течения Преголи, включая участок реки в пределах Калининграда и нижележащий приустьевой, показали, что в исследуемые годы концентрации ионов кобальта и ванадия были ниже предела обнаружения контрольного образца.

Концентрации ионов хрома колебались в пределах 0.0008–0.134 мг/л. Превышение предельно допустимых концентраций (ПДК — 0.07 мг/л) ионов хрома для рыбохозяйственных водоемов отмечено в приустьевой части реки (ст. 22 в 2011 г. и 23 в 2006 г.) и в Новой Преголе — район ст. 28 в 2006 г. Средняя за исследованный период концентрация ионов хрома в реке составила 0.009 мг/л.

Концентрация ионов висмута колебалась от 0.001 до 0.016 мг/л. Превышения (ПДК — 0.1 мг/л) для рыбохозяйственных водоемов за весь период исследований не отмечено. Средняя за исследованный период концентрация ионов висмута составила 0.005 мг/л.

Содержание ионов цинка в 2004, 2006, 2011 г. варьировало от 0.0001 до 0.1208 мг/л. Превышение (ПДК — 0.1 мг/л) отмечено в 2004 г. в устье реки (ст. 22) и на станциях 28о и 28 (ПДК превышено соответственно в 1.1, 2.0 и 1.4 раза).

Концентрации ионов железа в прегольской воде превышали предельно допустимые практически во всех точках отбора проб во все годы исследований. На разных станциях превышение ПДК отмечено в 1.1–11 раз. Концентрации ионов железа в реке варьировали от 0.08 до 0.550 мг/л, минимальные концентрации отмечены в 2006 г. (0.06 мг/л), максимальные — в 2004 г. (0.550 мг/л).

Концентрации ионов меди в воде во все годы исследований превышали ПДК (0.005 мг/л) в 1.4–9.5 раз на всех мониторинговых точках. Повышенное содержание ионов меди отмечено в 2004 г. в районе устья, ст. 22 (0.026 мг/л) и в районе ст. 28 и 28о (0.027 и 0.021 мг/л соответственно). Минимальные концентрации отмечены в 2006 г. на ст. 23 (0.0001 мг/л). Среднее за период исследований содержание ионов меди в речной воде составило 0.015 мг/л.

Концентрация ионов марганца в годы исследований варьировала от 0.001 до 0.079 мг/л, при ПДК 0.01 мг/л. В 2004 г. превышение ПДК составило от 1.3 до 12 крат в большинстве точек отбора проб. В ноябре 2006 г. концентрация ионов марганца в водах Преголи превышала ПДК лишь в районе ст. 27 (0.0155 мг/л). В 2011 г. содержание ионов марганца в воде было ниже предела обнаружения контрольного образца практически на всех мониторинговых станциях. Только на ст. 26 и 29 отмечены значимые концентрации — 0.024 и 0.001 мг/л соответственно. При этом на ст. 26 отмечено превышение предельно допустимых концентраций ионов в воде в 2.4 раза.

Во все годы исследований концентрация ионов свинца не превышала ПДК для рыбохозяйственных водоемов и варьировала от 0.0002 до 0.0044 мг/л. Средняя концентрация — 0.002 мг/л.

Таким образом, ионы висмута и свинца хотя и присутствуют в пробах прегольской воды, но в небольших концентрациях. Со стоком р. Преголя в Вислинский залив поступают значительные количества ионов других тяжелых металлов — хрома, цинка, железа, меди и марганца. Для всех вышеперечисленных металлов отмечены превышения ПДК для рыбохозяйственных водоемов. Характер распределения концентраций закономерен — самые высокие значения отмечаются в разные годы исследований в устьевой части реки. Как известно, приустьевые области рек являются своеобразными ловушками загрязнений (Лисицын и др., 2010). Повышенные концентрации ионов тяжелых металлов выявлены также в разные годы на ст. 28 в Новой Преголе, лежащей в 1 км ниже по течению от ЦБЗ «Дарита», на протяжении почти 100-летнего периода являвшегося основным источником различных видов химического загрязнения вод Преголи. Локальный характер загрязнения говорит о том, что источник загрязнения имеет антропогенное происхождение.

Следует отметить, что превышение ПДК ионов меди, марганца и никеля отмечено другими исследователями для ряда водотоков Калининградской области в 2010 г. (Об экологической обстановке ..., 2011). При этом в более ранних работах (Панасин, 2001) для рек бассейна р. Преголя выявлены только повышенные концентрации ионов железа, что является характерной чертой всех природных вод Калининградской области и связано, скорее всего, с химическим составом коренных пород, слагающих русла водотоков.

Выводы

1. В результате исследований отмечено превышение ПДК в прегольской воде для ионов хрома в 3.8 раз (0.134 мг/л), цинка — в 1.1–2 раза (0.0532–0.1208 мг/л), железа — в 1.1–11 раз (0.0645–0.550 мг/л), меди — в 1.4–9.5 раз (0.0068–0.0476 мг/л) и марганца — в 1.3–12 раз (0.0155–0.079 мг/л).
2. Содержание в воде ионов висмута и свинца во все годы исследований не превышало ПДК на мониторинговых станциях и колебалось в пределах от 0.001 до 0.016 мг/л и от 0.0002 до 0.0044 мг/л соответственно.
3. За весь период исследований наибольшие концентрации токсических микроэлементов отмечены в приустьевой зоне р. Преголи и на ст. 28 в рукаве Новой Преголи.
4. В межгодовом аспекте отмечено уменьшение содержания ионов хрома, цинка, меди и марганца в водах реки в период с 2004 по 2011 гг.
5. Повышенные концентрации хрома, цинка, железа, меди и марганца могут оказывать мутагенное, эмбриотоксическое, гонадотоксическое и другие типы негативного воздействия на гидробионтов, обитающих в реке. Оценка влияния токсичных металлов на экосистему р. Преголи требует дальнейших исследований.

Список литературы

- Доклад о состоянии и об охране окружающей среды калининградской области в 2001 г. Калининград: Калининградский печатный двор, 2002. 160 с.
- Доклад о состоянии окружающей природной среды Калининградской области в 1998 году. Калининград, 1999. 200 с.
- Доклад об экологическом состоянии Калининградской области в 2003 г. Калининград: Янтарный сказ, 2004. 216 с.
- Лисицын А.П., Шевченко В.П., Немовская И.А., Кловиткин А.А., Кравчишина М.Д., Новигатский А.Н., Новичкова Е.А., Политова Н.В., Филиппов А.С. Развитие четырехмерной океанологии и создание фундаментальных основ комплексного мониторинга морских экосистем (на примере Белого моря) // Физические, геологические и биологические исследования океанов и морей. М.: Науч. мир, 2010. С. 559–596.
- Об экологической обстановке в Калининградской области в 2010 г // Материалы для Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации в 2010 году». Калининград, 2011. 156 с.
- Определение тяжелых металлов в воде с помощью флуоресцентной спектроскопии // Путь создания подходящей сенсорной системы. Anal. Chet, 2000. 368, № 2–3. С. 182–191.
- Панасин В.И., Мизина Л.Ф. Экологическое состояние бассейна реки Преголи // Теоретические и прикладные аспекты экологии и биологии: Межвуз. Сб. ст. Калининград: Изд-во КГУ, 2001. С. 3–12.
- Терлецкая А.В., Богословская Т.А., Яемченко В.Я. Использование рентгенофлуоресцентного анализа для определения тяжелых металлов в воде р. Днепр // Химия и технол. Воды. 2000. 22, № 2. С. 151–159.
- Чибисова Н.В., Жолинская Е.П. Мониторинг содержания железа и хрома в реке Преголя // Химия и современное общество: сб. тез. докл. I науч.-практ. конф., посвященной Международному году химии. Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2011. С. 38–39.
- Чибисова Н.В., Старожук А.В. Мониторинг тяжелых металлов в реке Преголя и Вислинском заливе Калининградской области // Актуальные проблемы неорганической и аналитической химии: Межвуз. тематич. сб. науч. тр. / Под ред. В.А. Фунтикова. Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2008. Вып. 4. С. 78–83.
- Чибисова Н.В. Рентгенофлуоресцентное определение тяжелых металлов в природных водах с различной минерализацией // Тр. V Междунар. научн. конф. «Инновации в Науке и образовании – 2007». Калининград: Изд-во КГУ, 2007. С. 321–323.

УДК 639. 2. 03.627

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ РАЗМНОЖЕНИЯ РЫБ В ПРИБРЕЖНЫХ МЕЛКОВОДЬЯХ УСТЬЯ РЕКИ МЁШИ НА ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ЧИСЛЕННОСТЬ РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ МЁШИНСКОГО ЗАЛИВА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Ф. М. Шакирова, Ю. А. Северов

Татарское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», 420111, г. Казань, ул. Т. Гиззата д. 4, e-mail: shakirovafm@gmail.com

Показано влияние уровня и температурного режимов на эффективность естественного воспроизводства рыб в устье р. Мёши и Мешинском заливе Куйбышевского водохранилища и нагул молоди. Определен оптимальный гидрологический режим водохранилища и его динамика в период размножения и нагула рыб.

Ключевые слова: река Мёша, Мёшинский залив, мелководья, условия размножения, рыбное население, численность.

The effect of the level and temperature regimes on the efficiency of natural reproduction of fish at the mouth of the Gulf of Mesha of Kuibyshev reservoir and feeding of juveniles. The optimum hydrological regime of the reservoir and its dynamics during the breeding and feeding of fish.

Keywords: river Mesha, Gulf of Mesha, shallow water, breeding conditions, the fish population, the number of.

Река Меша — правый приток р. Камы (Куйбышевское водохранилище). В географическом плане бассейн Мёши расположен на востоке Европейской территории России, в среднем течении Волги и принимает 46 притоков, наиболее крупные из которых Кыса (22.2 км), Казнаш (28.4 км) с притоком Саба (15.8 км), Малая Меша (49.9 км) с притоками Меша (26.1 км) и Макса (24.1 км), Тямти-Баш (24.6 км), Метескибаш (14.1 км), Киба (14.0 км), Нурма (40.0 км) с притоками Ушня (26.9 км) и ее притоком Иинка (18.3 км). Водосбор Мёши составляет 4180 км² и расположен по границам двух природных зон — лесной и лесостепной. Меша — типично равнинная река со смешанным питанием, сток которой формируется за счет подземного притока талых вод и дождевых осадков (Экологические проблемы ..., 2003).

Первое описание видового состава ихтиофауны Мёши приводится в работе Н. Варпаховского (1886). Последующее изучение рыбного населения реки выявило закономерное увеличение видового состава и численности рыб от истоков к устью (Кузнецов и др., 2003). В верховьях реки широко распространенным видом является щиповка, реже встречается голец, единичны особи ельца. В среднем течении по численности доминирует плотва, затем следуют ерш, голавль, пескарь, уклей, елец, серебряный карась, налим, густера и лещ. В низовьях отмечено более 50% всех видов рыб, обитающих в Куйбышевском водохранилище, современная ихтиофауна которого насчитывает более 50 видов (Кузнецов, 2005; Шакирова и др., 2011). На этом участке реки характерна более высокая концентрация леща, плотвы, щуки, синца, густеры и чехони. Однако качественный и количественный состав ихтиофауны Мёши претерпел заметные изменения, связанные с гидростроительством и зарегулированием стоков рек. Например, выпал из состава ихтиофауны подуст, но появились представители семейства бычковых и игловых, попавших в водоем во время формирования водохранилища. Несмотря на то, что их появление увеличило видовое разнообразие ихтиофауны, улучшения рыбохозяйственного потенциала от их проникновения в водоём не произошло.

В настоящее время важную роль для воспроизводства и нагула рыб играют мелководья Мёшинского залива, занимающие площадь в 4 тыс. га и расположенные вдоль островной системы устья реки с развитой вод-

ной растительностью (рис. 1). Они являются благоприятным местом для размножения и нагула большинства видов рыб (Кузнецов и др., 2003).

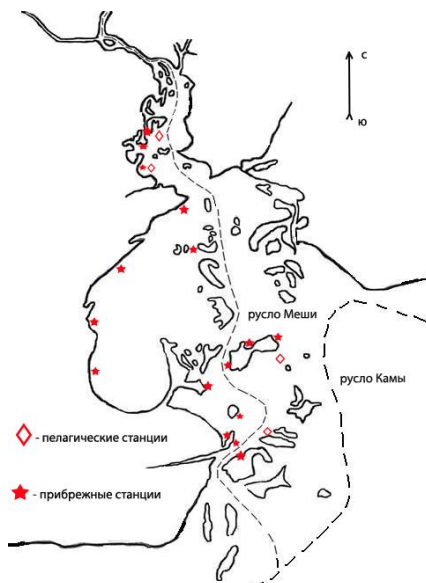


Рис. 1. Расположение основных станций сбора проб в устье Мёши и Мешинском заливе.

Эффективное естественное воспроизводство основных промысловых видов рыб способствует созданию в водоёме больших их запасов. Анализ многолетних исследований динамики численности и уловов рыб Куйбышевского водохранилища подтвердил, что основными факторами, лимитирующими естественное воспроизводство и урожайность поколений, являются уровень и температурный режим водоема в период размножения рыб и условия нагула молоди, особенно в первый год ее жизни. Кроме того, необходимо учитывать и величину репродукционного потенциала родительского стада, участвующего в воспроизводстве.

Материал, представленный в статье, собирался в течение 2010–2012 гг. в северной части Волжско-Камского плеса, в устье реки Мёша (Мешинский залив), являющегося основным местом размножения и нагула молоди большинства промысловых видов рыб данного плеса.

Сбор личинок и молоди рыб осуществлялся по методике А.М. Пахорукова (1980), В.А. Кузнецова (2005а). В прибрежье лов производился сачком (диаметр 30 см), газовой волокушей (длина — 2 м, газ № 15) (длина заброда — 50 м), мальковой волокушей (длина 12 м, ячея в крыльях и кутке 5 мм), в пелагиали — конической сетью (ИКС-80, площадью устья — 0.025 м², газ № 15) и рамовым тралом (газ № 15, площадь устья — 1.05 м²), путем буксировки их с лодки на расстояние 100 м. (рис. 1). Определялся видовой состав уловов, численность молоди пересчитывали в экземпляры на единицу усилия: на 1 заброд волокуши или на 1 буксировку ИКС-80 или трала, с учетом облавливаемой площади и объема процеженной воды. Облов молоди в разные годы проводился на 10–20 прибрежных и пелагических станциях. Исследования проводились в течение трех лет в весенний (май), летний (июнь, июль) и осенний периоды (сентябрь, октябрь).

Абсолютную численность молоди рассчитывали по формуле (Методики ..., 2011):

$$N = S \times C / G \times K, (1)$$

где N — численность молоди, млн. экз.; S — площадь распределения молоди, м²; C — средний улов за один облов, экз.; G — площадь зоны одного облова, м²; K — коэффициент уловистости.

Для исследования условий формирования поколений молоди 2010–2012 гг. в Куйбышевском водохранилище рассмотрен уровень режим водоема этих лет в весенне-летний период (рис. 2).

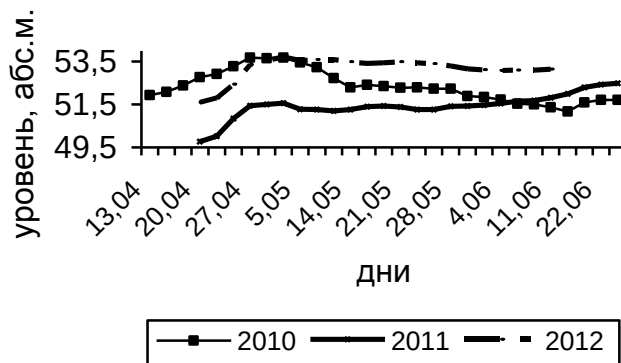


Рис. 2. Уровень режим в Мёшинском заливе Куйбышевского водохранилища в весенне-летний период 2010–2012 гг.

В 2010 г после вскрытия льда в Мешинском заливе (6–11 апреля) уровень воды составлял 51.94 абс.м по БС и до 30 апреля ежедневно повышался до отметки в 53.68 м. В дальнейшем он стал понижаться, причем его отрицательные колебания достигали до 10 см/сутки. К завершению наблюдений абсолютная отметка уровня достигла 51.73 м. Таким образом, за период нереста основных промысловых рыб уровень воды в водоеме упал на 1.95 м. Повторного его повышения в 2010 г. в конце мая начале июня не отмечалось, как это наблюдалось обычно в большинстве лет.

В 2011 г. к началу наблюдений (28 апреля) уровень воды составлял 51.50 абс. м и до середины мая постепенно понижался. В дальнейшем он стал повышаться, в среднем на 3–5 см/сутки и к 15 июня достиг 52.13 м, повысившись к концу нереста рыб на 1.41 м. Негативным фактором, сказавшимся на сроках и продолжительности нереста некоторых видов рыб, являлись затяжные ненастья и частые шторма.

В 2012 г. полный сход льда в Мешинском заливе наступил в последней декаде апреля (15–25 апреля). К этому времени уровень воды в водоеме заметно повысился и составил 51.6 абс.м. В дальнейшем он стал быстро повышаться и к 1 мая достиг максимального значения — 53.72 абс.м. Такие относительно высокие отметки уровня воды с небольшими колебаниями продолжали сохраняться до 10–12 мая. К окончанию наблюдений (15 июня) отметки уровня воды в центральной части водохранилища продолжали оставаться достаточно высокими и достигали 53.0 абс.м.

Ранние наблюдения сотрудников Татарского отделения (Цыплаков, 1974) выявили, что эффективное формирование запасов фитофильных рыб отмечается при уровне воды в водохранилище при 53.0 абс.м. и выше, когда площадь их нерестилищ в водоеме составляет около 2600 км². В случае затопления небольших площадей нерестилищ, например в 900–1110 км², что составляет 15–19% от необходимого, пополнение их запасов практически не происходит. Наши исследования (2010–2012 гг.) выявили, что в 2012 г. при максимальном уровне воды в 53.7 абс.м площади нерестилищ увеличились в среднем на 1/3 часть и составили 3500 км². Такой показатель во многом повышает эффективность размножения рыб, т.к. большие площади мелководий позволяют производителям выбирать для нерестилищ наиболее оптимальные места, а это снижает меж- и внутривидовую конкуренцию рыб в выборе мест нереста.

В 2012 г. на прибрежных нерестилищах, расположенных на правобережных мелководьях Мешинского залива средняя численность отложенной икры составляла 135.6 шт./м², а на островных нерестилищах о. Чулпан — 1837.5 шт./м². Для оценки эффективности размножения основных промысловых видов рыб были проведены исследования молоди, заключающиеся в сборе личинок разными орудиями лова (ИКС-80, газовая волокуша, сачок) на различных биотопах. В пелагиали численность личинок, выловленных сетью ИКС-80 в среднем составила $M \pm m = 20.53 \pm 3.7$ экз.; $Min = 2$ экз., $Max = 50$ экз.; численность личинок в 1 м³ составила в среднем 0.33 экз. В прибрежье, глубиной 1.0–1.5 м численность личинок, выловленных газовой волокушей составила, соответственно, $M \pm m = 30.7 \pm 10.1$ экз.; $Min = 6$ экз., $Max = 93$ экз.; в 1 м³ — 0.43 экз. В прибрежье, глубиной 0.2–0.5 м численность личинок, выловленных сачком в среднем составила $M \pm m = 50.7 \pm 10.1$ экз.; $Min = 3$ экз., $Max = 304$ экз., в 1 м³ = 714.1.

Таким образом, представленные материалы показывают, что за исследованный период численность личинок наибольшей была в прибрежье, а наименьшей — в пелагиали водоема, что вполне закономерно.

Смена доминирующих видов молоди и ее численности в уловах в разные годы, с учетом сохранения сетки станций, орудий лова и операторов свидетельствует о влиянии на эти показатели условий размножения. За период исследований в уловах контрольными орудиями лова в 2010 г. были отмечены личинки, сеголетки и годовики 11 видов рыб, в 2011 г. — 16 видов, в 2012 г. — 22 вида, принадлежащие к 6 семействам. Наиболее многочисленными видами в 2010 г. были окунь, плотва, в 2011 г. — плотва, лещ, серебряный карась, в 2012 г. — тюлька, уклейка и лещ. За трехлетний период наблюдений в уловах единично отмечались сеголетки и годовики голавля, пескаря, щиповки, изредка язя и щуки.

Так, например, в 2010 г. быстрое заполнение ранней весной водохранилища до проектной отметки и достижение в этот период температуры воды в 4–6°C привело к появлению в уловах личинок щуки, а в осенних контрольных уловах доминировали сеголетки окуня и плотвы, производители которых смогли отнереститься до резкого падения уровня воды уже в начале мая (Северов, 2010). Сеголетки леща, синца, густеры и других массовых промысловых видов в уловах в 2010 г. практически не встречались, вследствие обширного обсыхания мелководных нерестилищ этих видов к середине мая.

В 2011 г. видовой состав сеголеток осенних уловов был несколько иной. Наибольшую численность в уловах составляли сеголетки серебряного карася и леща, в совокупности, достигавшие 73% улова. Кроме того, в уловах отмечались сеголетки сазана (1.3%), практически не встречавшиеся в предыдущие годы. Низкий уровень воды в водоеме в начале мая 2011 г. привел к увеличению сроков размножения весенне-нерестующих видов, в частности плотвы и окуня, вследствие отсутствия пригодных нерестилищ. При этом нерест летне-нерестующих видов (сазан, карась) прошел дружно, при постоянном подъеме уровня воды на мелководных нерестилищах и благодаря вегетирующей растительности, что способствовало появлению в уловах сеголеток этих видов в значительном количестве.

В 2012 г. основу осенних уловов составляли сеголетки леща (82.2% от всего улова). Многочисленное стадо его производителей, при благоприятных условиях для размножения дало значительное пополнение. Относительно высокая численность в уловах сеголетков густеры (1.9%) и синца (1.9%), по сравнению с другими видами, свидетельствует о довольно высокой эффективности размножения этих видов.

Таким образом, анализ данных гидрологических условий Мёшинского залива Куйбышевского водохранилища 2010–2012 гг. выявил, что они заметно отличались, а это сказалось на размножении рыб и на показателях численности молоди в водоеме в исследуемые годы (табл. 1).

Таблица 1. Показатели численности молоди рыб в осенних уловах волокуши и гидрологических показателей (с 1 мая по 15 июня) центральной части Куйбышевского водохранилища за 2010–2012 гг.

Год	Численность молоди, экз./усилие			Уровень воды, м			Сроки стояния уровня (±0.2м), сут.	Колебание уровня, м (+/-)
	M±m	Min	Max	M±m	Min	Max		
2010	19.1±13.4	1	125	52.35±0.14	51.18	53.68	5	-2.30
2011	70.9±38.3	5	558	51.43±0.09	49.77	52.49	24	+1.41
2012	17.4±2.6	3	49	53.18±0.12	51.59	53.72	24	-0.55

Следует также отметить, что многочисленное пополнение стада рыб наблюдается не всегда в годы с высокими показателями уровня воды в период размножения, так как не менее важную роль в этот период играет и динамика уровня воды в водоеме. Данные, представленные в таблице 1, наглядно подтверждают, что наиболее высокая численность сеголеток в уловах отмечается в годы с относительно медленным подъемом уровня воды в период нереста и без отрицательных его колебаний (2011 г.).

Полученные за трехлетний период наблюдений материалы подтверждают, что условия размножения, в первую очередь динамика уровня воды Куйбышевского водохранилища, имеет важное значение для естественного воспроизводства, нагула и выживаемости молоди рыб в водоеме. Целенаправленное и комплексное изучение данного вопроса может позволить в дальнейшем подойти к разработке оптимальной схемы регулирования уровня воды водохранилища в весенний период, с целью создания благоприятных условий для эффективного размножения промысловыми видами рыб.

Список литературы

- Варпаховский Н. Очерк ихтиологической фауны Казанской губернии. СПб., 1886. 70 с.
- Кузнецов В.А. Рыбы Волжско-Камского края. Казань: Kazan-Kazan, 2005. 208 с.
- Кузнецов В.А. Методы изучения размножения рыб. Казань: Изд. Казанск. гос. ун-та, 2005а. Ч. 1, 2. 35 с. 28 с.
- Кузнецов В.А., Бартош Н.А., Головин И.В. Ихтиофауна. Мёша // Экологические проблемы малых рек Республики Татарстан (на примере Мёши, Казанки и Свияги) (под ред. д.б.н. В.А. Яковлева). Казань: Фэн, 2003. С. 190–197.
- Методики оценки запасов, определения ОДУ и возможного вылова водных биоресурсов Каспийского бассейна с целью управления рыболовством. Астрахань: Изд. КаспНИРХ, 2011. 119 с.
- Пахоруков А.М. Изучение распределения молоди рыб в водохранилищах и озерах. М.: Наука, 1980. 65 с.
- Северов Ю.А. Особенности размножения основных промысловых видов рыб в Мешинском заливе Куйбышевского водохранилища в 2010 году // Природа Симбирского Поволжья. 2010. Вып. 11. С. 145–151.
- Цыплаков Э.П. Рыбохозяйственное значение мелководной зоны Куйбышевского водохранилища // Рыбохозяйственное значение мелководий волжских водохранилищ. Изв. ГосНИОРХ, 1974. Т. 89. С. 137–150.
- Шакирова Ф.М., Таиров Р.Г. Изменение состава рыбного населения внутренних водоемов под воздействием антропогенного фактора (на примере Куйбышевского водохранилища) // Вопр. рыболовства. 2011. № 3 (47). С. 421–428.
- Экологические проблемы малых рек Республики Татарстан (на примере Мёши, Казанки и Свияги) / под ред. д.б.н. В.А. Яковлева. Казань: Фэн, 2003. 288 с.

УДК 574. 587.

ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗООБЕНТОСА МАЛЫХ ВОДОТОКОВ ЗАПАДНОЙ ОКОНЕЧНОСТИ БЕЛЕБЕЕВСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ (РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН)

А. М. Шевченко, Ю. В. Островская

Башкирский государственный университет, 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа ул. Валиди, д. 32, amsh84@yandex.ru; Rostok_04@mail.ru

В статье приводятся данные о видовом составе, количественном обилии и структурных особенностях бентосных сообществ малых водотоков западной оконечности Белебеевской возвышенности.

Ключевые слова: зообентос, родниковые ручьи, сообщества зообентоса, трофическая структура, сапробность.

The article presents data on the species composition, abundance and quantitative structural characteristics of benthic communities of small streams western tip Belebey hill.

Keywords: zoobenthos, spring streams, zoobenthos community, trophic structure, saprobity.

Ключи и родники принадлежат к числу самых распространенных и многочисленных водных объектов, в своей совокупности образующих существенную часть гидрографической сети. В картографии термин «ручей» применяется к естественным водотокам длиной до 10 км (постоянным, либо временным). К естественным водотокам длиной свыше 10 км применяется термин «река» (Чертопруд, 2005). Согласно типологической классификации водотоков Илиеса и Ботошняну родники и ручьи относятся к особой зоне — кренали (Паньков, 2004). В силу особенностей гидрологического режима этих водотоков состав их фауны имеет определенные и характерные черты. Многие ручьи (особенно родниковые), даже в летнее время, имеют низкую температуру воды, что приводит к формированию в них специфической стенотермной гидрофауны.

В течение полевого сезона 2010–2012 гг. проводилось изучение бентофауны четырёх безымянных ручьев, два из которых (№ 1 и 2) располагались в окрестностях рабочего поселка Кандры Туймазинского района Республики Башкортостан, а еще два (№ 3 и 4) — на территории природного парка «Кандры-Куль». Отбор и обработка проб велись по общепринятой методике (Методика ..., 1975), за время работы было отобрано и обработано 77 проб зообентоса.

Исследованию были подвергнуты ручьи, длина которых колеблется от 10 до 500 м, а глубина — от 0.1 до 1,0 м; температура воды в июле составляла 8°C. Два из исследованных ручьев (№ 1 и 3) не подвержены антропогенному воздействию, а водотоки № 2 и 4 подверглись антропогенному воздействию на всём своем протяжении. Для всех водотоков были характерны и галечные грунты, заиленные в разной степени. Вода из всех исследованных ручьев используется для бытовых целей.

Согласно типологической классификации водотоков Иллиеса и Ботошняну (Паньков, 2004), все исследованные водные объекты относятся к реокренам — родниковым ручьям, не имеющим чаши.

В результате анализа гидробиологических проб в составе зообентоса малых водотоков обнаружено 68 видов и форм беспозвоночных, среди которых преобладали представители класса насекомые (Insecta) (рис. 1). Более половины всего разнообразия насекомых (31 вид или 59.6%) приходилось на долю Diptera, из них 26 видов — это представители семейства Chironomidae. Другие отряды насекомых были представлены более бедно.

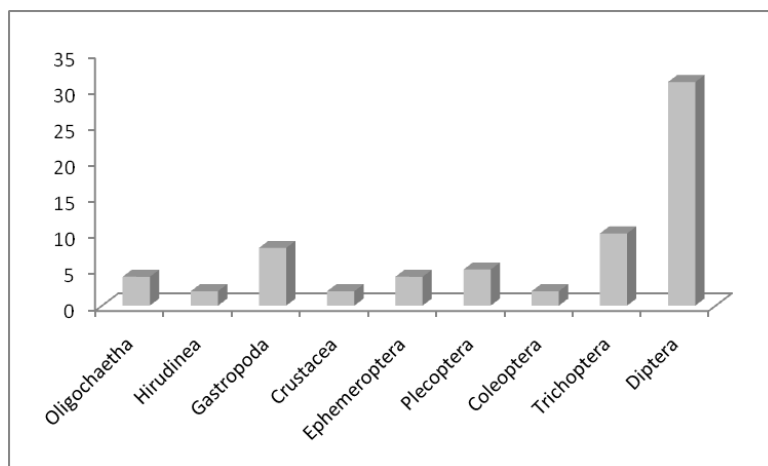


Рис. 1. Таксономический состав зообентоса в исследованных водотоках.

Кроме насекомых в составе бентосных сообществ выявлены представители классов Oligochaeta, Hirudinea, Gastropoda и Crustacea. Число видов и соотношение основных крупных таксонов совпадает с данными других авторов (Зинченко, 2002; Паньков и др., 2008; Чужекова, 2009).

Встречаемостью более 10% обладало 25 видов, причем наиболее часто в пробах находились малощетинковые черви *Tubifex tubifex* и *Limnodrilus* spp., далее следовали двукрылые *Prodiamesa olivacea* — 48% и *Dicranota bimaculata* — 38%, *Pseudodiamesa* gr. *nivosa* — 33%. Также достаточно регулярно встречались личинки веснянок *Amphinemura borealis* и ручейников *Apatania zonella*.

Во всех водотоках численность и биомасса сообществ укладывались в диапазон 300–1000 экз./м² и 8–70 г/м² соответственно. Полученные величины обилия, согласно литературным данным (Галимзянова и др., 2008; Паньков и др., 2008; Чужекова, Полякова, 2008), могут быть охарактеризованы как обычные для ручьев. Наибольший вклад в численность на различных станциях вносили личинки хирономид (*Eudochironomus prasinatus*, *Ablabesmyia* gr. *lentiginosa*, *Eukiefferiella tschernovskii*). И на численность и на биомассу оказывали влияние малощетинковые черви семейства Tubificidae, крупные личинки Chironomidae (*Pseudodiamesa* spp., *Prodiamesa olivacea*). Только на биомассу оказывали влияние двукрылые из семейств Tipulidae, а также личинки подёнок, веснянок и ручейников.

Кластерный анализ фауны исследованных водотоков позволил выделить три типа сообществ зообентоса:

1. «Хирономидные», в которых доминирующую роль играют личинки Chironomidae, а в биомассу могут также вносить существенный вклад виды «комплекса ЕРТ» — то есть крупные личинки подёнок, веснянок и ручейников (Баканов, 2000; Ивановский, 2010). Такие сообщества характерны для мелких (до 10 см) холодных, незатронутых антропогенным воздействием ручьев № 1 и 3. Доминирующие виды в них представлены личинками двукрылых *Pseudodiamesa* spp. и веснянками *Amphinemura borealis*.

2. «Хирономидные», с доминированием личинок хирономид и пиявок, характерные для реокренов, подверженных незначительному антропогенному воздействию (сообщества *Prodiamesa olivacea* + *Erpobdella* spp.), характерные для верховий ручьев № 2 и 4.

3. «Тубифицидные» — численность и биомассу сообществ определяли малощетинковые черви сем. Tubificidae (*Tubifex tubifex* и *Limnodrilus* spp. в различных соотношениях). Сообщества «тубифицидного» типа формировались в нижней части ручьев № 2 и 4. Эти сообщества были приурочены к более низким скоростям течения, большим глубинам и максимальной степени антропогенного воздействия.

Известно, что под влиянием органического загрязнения трофическая структура упрощается, формируются более простые сообщества, в которых увеличивается доля детритофагов-глутателей и видов, питающихся недифференцировано, и снижается доля зоофагов и фитофагов.

В трофической структуре зообентоса ручьев № 1 и 3, а также верховьев ручьев № 2 и 4 встречались организмы с различными типами питания, что указывает на отсутствие значительных нарушений в экосистеме (Павлюк, 1998). Кроме того, в этих ручьях лидирующая роль принадлежит видам с дифференциальным питанием (фитофаги и зоофаги), что так же характеризует эти ручьи как чистые. В низовьях ручьев № 2 и 4 наблюдается превалирование эврифагов и детритофагов, что, по мнению ряда авторов (Баканов, 2000; Павлюк, 1998), может характеризовать этот участок реки как антропогенно нарушенный (загрязненный).

Анализ распределения индикаторных видов выявил, что водотоках № 1 и 3 доминировали обитатели чистых вод (олигосапробы), в ручьях № 2 и 4 — обитатели чистых и умеренно-загрязненных вод (β-мезосапробы). Расчет индекса Пантиле-Букк, основанного на индикаторной значимости и количественной оценки представленности видов-индикаторов, позволил отнести водотоки № 1 и 3 к «чистым» (олигосапробным), верховья водотоков № 2 и 4 — к «умеренно-загрязненным» (β-мезосапробным), а их низовья — к грязным (α-мезосапробным). Аналогичные результаты показал и индекс видового разнообразия по Шеннону.

Таким образом, структура бентосных сообществ в малых водотоках зависит как от их гидрологических характеристик, так и от степени антропогенного воздействия.

Список литературы

- Баканов А.И. Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоемов // Биология внутренних вод. 2000. № 1. С. 68–82.
- Галимзянова А.В., Тахтеев В.В., Окунева Г.Л. Таксономическая структура и сезонная динамика сообщества зообентоса Олхинского незамерзающего источника (Южное Прибайкалье) // Мат. III Всерос. научн. конф. «Принципы и способы сохранения биоразнообразия». 2008. С. 127–129.
- Зинченко Т.Д. Хируномиды поверхностных вод бассейна Средней и Нижней Волги (Самарская область). Эколого-фаунистический обзор. Самара: ИЭВБ РАН, 2002. 174 с.
- Ивановский А.А. Экология и зоогеография родникового бентоса Восточной Европы: Автореф. дисс. на соискание ученой степени канд. биол. наук. М., 2010. 22 с.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / под ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. М.: Наука, 1975. С. 133–137.
- Павлюк Т.Е. Использование трофической структуры сообществ донных беспозвоночных для оценки экологического состояния водотоков: Автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. биол. наук. Екатеринбург, 1998. 20 с.
- Паньков Н.Н. Структурные и функциональные характеристики зообентоценозов р. Сылвы (бассейн Камы). Пермь: Из-во Перм. гос. ун-та, 2004. 162 с.
- Паньков Н.Н., Крашенинников А.Б., Старова О.С., Панькова Н.В. Фауна родников Урала и Предуралья (Пермское Прикамье) // Рыбные ресурсы Камско-Уральского региона и их рациональное использование: Материалы науч. практ. конф. (5–6 ноября 2008 г.). Пермь: Из-во Перм. гос. Ун-та, 2008. С. 146–151.
- Чертонруд М.В. Продольная изменчивость макрозообентоса водотоков центра Европейской части России // Журнал общей биологии. 2005. Т. 66, № 6. С. 491–502.
- Чужекова Т.А. Ручьевые сообщества макрозообентоса и оценка экологического состояния малых водотоков Самарской Луки // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. Самарская Лука, 2009. Т. 18, № 1. С. 167–175.
- Чужекова Т.А., Полякова Н.В. Структура макрозообентоса ручьев г. Жигулёвска и его окрестностей // Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана: Мат. докладов. Ярославль, 2008. С. 341–344.

УДК: 556.5:579.26

ЗОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТАКСОНОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ДОННЫХ СООБЩЕСТВ МАЛЫХ РЕК (ОКСКО-ДОНСКАЯ НИЗМЕННОСТЬ, ПРИВОЛЖСКАЯ ВОЗВЫШЕННОСТЬ, ЮЖНЫЙ УРАЛ)

Н. Г. Шерышева¹, Г. А. Осипов²

¹Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти (Россия),
445003, г. Тольятти, ул. Комзина, 10 ИЭВБ РАН sapfir-sherry@yandex.ru

²Академическая группа Академика РАМН Ю.Ф. Исакова
при НЦ ССХ им. А.Н. Бакулева, Москва

Исследовано влияние условий ландшафтно-географической зональности на таксономический состав и численность микробных донных сообществ малых рек разных географических зон: Южного Урала, Приволжской возвышенности и Окско-Донской низменности Русской равнины. Рассматриваются влияние на сообщества факторов среды: pH, типа донных отложений, содержания органического вещества и общего железа.

Ключевые слова: малые реки, микробные сообщества, таксономическая структура, доминантный комплекс, ландшафтно-географическая зональность.

ZONAL CHANGES IN THE TAXONOMIC STRUCTURE OF SEDIMENT BACTERIAL COMMUNITIES OF SMALL RIVERS (OKA-DON LOWLAND, PRIVOLZSKAYA UPLAND, SOUTHERN URALS)

N. G. Sherysheva¹, G. A. Osipov²

¹ Institute of Ecology of the Volga River basin of the RAS, Togliatti, 445003, Togliatti, Komzina, 10, sapfir-sherry@yandex.ru

² Group of Academician Y.F. Isakov, Bakoulev Center for Cardiovascular Surgery, Russian AMS, 121552 Moscow, Rublevskoe шоссе, 135, osipovga@mail.ru

The influence of the landscape and geographical zonation on the taxonomic compositions and abundances of benthic microbial communities in small rivers was studied, including such geographical zones as the Southern Urals, the Volga Upland and the Oka–Don Lowland. The impact of environmental factors on communities such as pH, sediment type, organic matter and total iron contents is discussed.

Key words: small rivers, microbial communities, taxonomic structure, dominant complex, landscape zonation.

Введение. Изучение закономерностей формирования структурной организации сообществ в пространственных масштабах является одной из фундаментальных задач современной экологии. Таксономическая структура донных микробных сообществ изучалась на малых реках в разных географических зонах: Окско-Донской низменности, Приволжской возвышенности и в предгорье Южного Урала. Исследованные биотопы расположены на участках подводных переходов магистральных нефтепродуктопроводов. В современных условиях увеличения антропогенного воздействия на водные экосистемы актуальным становится изучение малых рек как первичного звена гидрографической сети. Донные отложения водотоков как зона элемента ландшафта, служат местом обитания для микроорганизмов — важнейшего компонента деструкционного цикла (Заварзин, 2004). Деятельностью бактериобентосного сообщества определяется состояние, как самих донных отложений, так и качество вод. Цель работы — исследование таксономического состава и количественного развития донных микробных сообществ малых рек в условиях влияния зонально-географического градиента. В качестве характеристик ландшафтов рассматриваются тип донных отложений, активная реакция среды, содержание органического вещества и общего железа.

Материалы и методы исследования. *Район исследования.* Географическое положение водотоков включает территории Окско-Донской низменности Русской равнины (рр. Хмелина, М. Ломовис), Приволжской возвышенности (рр. Свинуха, Сура) и Южного Урала (р. Коелга) (рис. 1). Отмеченные реки в разной степени испытывают антропогенную нагрузку (распашка земель долин рек, магистрали нефтепродуктопроводов, комплексы гидротехнических сооружений — плотины, автомобильные переправы, водохозяйственные объекты).

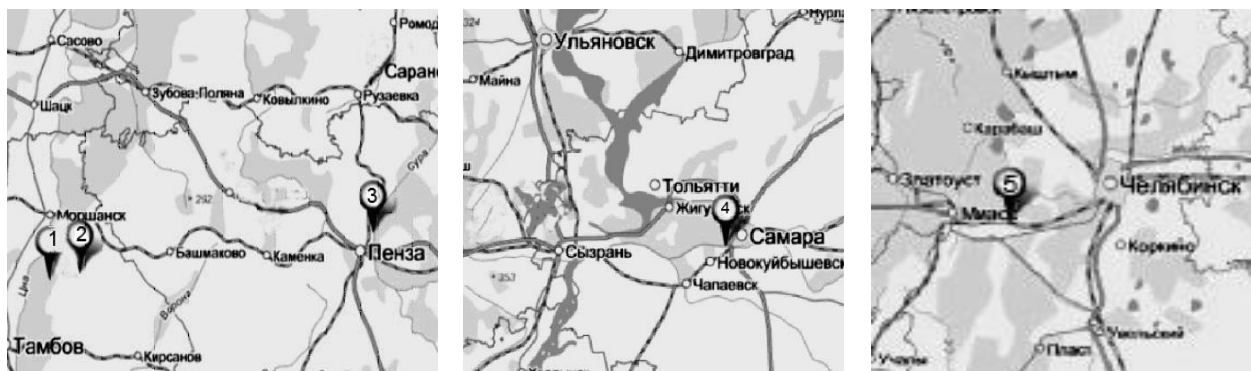


Рис. 1. Схема расположения станций отбора проб на малых реках: 1 — Хмелина, 2 — М. Ломовис, 3 — Сура, 4 — Свинуха, 5 — Коелга.

В 2010 г. на водотоках проводились исследования механического состава и физико-химических показателей грунтов рассматриваемых участков рек (Плетнева и др., 2012). Донные отложения исследованных рек в местах подводных переходов нефтепроводов представлены разнотипными осадками, отражающими особенности ландшафтов (табл. 1). Показано, что активная реакция среды (рН) отражает зональные особенности почв: повышается от кислой-слабокислой в черноземах и торфяниках Окско-Донской низменности до слабощелочной в почвах Южного Урала. Закономерностью распределения общего железа и растворенного органического вещества является повышение содержания этих веществ с увеличением мелких алевритовых и пелитовых фракций механического состава грунтов. Максимальные их значения характерны для тонкодисперсных илов рр. Коелга, Свинуха, Хмелина.

Таксономическую структуру микробных сообществ изучали методом газовой хроматографии — масс-спектрометрии (ГХ-МС), позволяющим определить количественное соотношение микроорганизмов в пробе. Определение жирно-кислотного состава суммарной биомассы речных илов проводили на ГХ-МС системы AT-5850/5973 фирмы Agilent Technologies (США) в лаборатории Академической группы Академика РАНН Ю.Ф. Исакова. Метод ГХ-МС адаптирован для изучения донных микробных сообществ илов и позволяет определить родовую (а иногда и видовую) принадлежность бактерий численностью более 10^4 кл/г сухого ила. Состав микробных сообществ рассчитывали в электронных таблицах "EXCEL" с помощью разработанного алгоритма расчета (Турова, Осипов, 1996), дополненного локальной базой жирно-кислотных маркеров, разработанной нами для сообществ озерных илов.

Для количественной оценки *степени доминирования* устанавливали шкалу рангов по численности с учетом особенностей структуры сообществ: менее 1% малозначимые виды; 1–5% – второстепенные виды; 5–10% – субдоминанты; более 10% — доминанты (Баканов, 2006).

Таблица 1. Физико-ландшафтные и химические показатели донных отложений водотоков на участках перехода нефтепродуктопроводов (Плетнева и др., 2012)

Реки	Почвы	Тип донных отложений	H ¹ , м	Алеврит-пелит ² , %	pH	Fe общ., мг/г ³	Сорг., мг/г ³
Предгорье: Восточный склон хребта Уралтау в северной части Зауральского плато (Челябинская обл.)							
Коелга	Лугово-черноземные, песчаные	Песчанистый ил с органическими включениями	0.64	38.5	7.42	7.00	92.9
Приволжская возвышенность Русской равнины (Самарская, Ульяновская, Пензенская обл.)							
Свинуха	Супесчаные, песчаные и обыкновенные черноземы	Глинистый ил с запах нефтепродуктов	0.31	55.3	7.3	7.45	88.4
Сура	Супесчаные и песчаные	Илистый песок	1.86	7.7	7.08	3.19	55.4
Оско-Донская низменность Русской равнины (Тамбовская обл.)							
М. Ломовис	Выщелоченные и оподзоленные черноземы	Песчанистый ил	0.91	17.0	6.48	2.84	71.9
Хмелина	Лугово-черноземные, торфяно-болотистые, дерново-грубогумусные	Торфянистый ил с органическими включениями	0.67	38.5	5.33	9.75	108.3

Примечание: ¹ — глубина на участке перехода; ² — суммарное содержание алевритовой и пелитовой фракций в механическом составе грунта (размер частиц < 0,05 мм); ³ — г сухого веса грунта.

Результаты исследований и обсуждение. Таксономическое разнообразие микробного донного населения рассматриваемых водотоков, определенное хромато-масс-спектрометрическими исследованиями, представлено микроорганизмами 4-х таксономических групп *Cyanobacteria* и 51-м таксоном родового/видового ранга отделов *Gracilicutes* и *Firmicutes* зубактериального домена (рис. 2). Обнаружена также группа диссимиляционных железоредукторов FeRed (Турова, 1996), FeRB(Lovley) и FeRed KM-2(Лебедева). Наибольшим разнообразием таксонов характеризуются сообщества торфянистого ила р. Хмелина и песчанистого ила р. Коелга, обогащенных органическим веществом.

Своеобразие экологических условий предполагает особенности таксономической структуры микробного комплекса. Главная особенность формирования стока малых рек — их тесная связь с ландшафтом бассейна. Во всех исследованных биотопах обнаружено 52% постоянно обитающих видов, что свидетельствует об их эврибионтности. Наиболее значимыми в сообществах являются *Acetobacter*, *Butyrivibrio*, *Clostridium*, *Rhodococcus*, FeRB Lovley, *Azospirillum*, *Cyanobacteria* и представители сем. Enterobacteriaceae. Выявленные виды составляют основу таксономического состава исследованных бактериальных популяций. С повышением pH среды в направлении с запада на восток происходит смена отдельных видов, доля которых в сообществе составляет 14%. Так, популяция бактерий, формирующихся в кислых торфянистых илах р. Хмелина, обогащенных железом, включает *Geothrix fermentas* и представителей pp. *Leptothrix*, *Thiobacillus*. В кислых и слабокислых илах (pp. Хмелина, М. Ломовис) обнаружены представители р. *Cellulomonas*. В нейтральных илах (pp. Свинуха, Коелга) обитают *Bacillus coagulans* и быстрорастущие *Mycobacterium*. Организм *Propionicum freudenreichii* обнаружен только в слабощелочных грунтах р. Коелга.

Численность бактериобентоса, определенная методом ГХ-МС, изменяется в пределах от 5.43×10^7 кл/г до 44.93×10^7 кл/г сухого грунта. Для характеристики ландшафтов большое значение имеет органическое вещество, так как ведущим в микробной системе является цикл углерода (Заварзин, 2004). Структура бактериальной популяции в значительной степени зависит от его концентрации и качественного состава (Драбкова, 1981).

Полученные значения количественных показателей бактериальных популяций отражают содержание органического вещества в донных отложениях. Так, в обедненных илах р. Сура численность бактерий составляет 6.90×10^7 кл/г, р. М. Ломовис — 7.76×10^7 кл/г. В биотопах pp. Коелга и Хмелина с наибольшим содержанием органического вещества популяции бактериобентоса достигают максимального развития: N = 21.63×10^7 и 44.93×10^7 кл/г, соответственно. Нестандартный результат получен на участке подводного перехода р. Свинуха. Несмотря на то, что в донных отложениях биотопа содержание органического вещества велико (табл. 1), численность бактерий в них минимальна и составляет 5.43×10^7 кл/г. По-видимому, это объясняется специфическими условиями, в которых формируется качественная структура органического вещества: р. Свинуха почти на всем своем протяжении лежит в пределах г. Самары. Такое расположение относит ее к сильноизмененным водотокам, характер которых определяется, прежде всего, водохозяйственными мероприятиями, проводимыми различными городскими службами и предприятиями. Ил характеризуется сильным запахом нефтепродуктов, что указывает на аккумуляцию ими веществ техногенного происхождения. Поэтому органическое вещество может содержать химические компоненты, угнетающие развитие микрофлоры.

По результатам хромато-масс-спектрометрического анализа произведена количественная оценка доминирования в изучаемых сообществах. Доминантный комплекс не проявляет какой-либо единой тенденции в

своей структуре вдоль географического градиента, но имеет некоторые локальные особенности, обусловленные типом илов и условиями обитания.

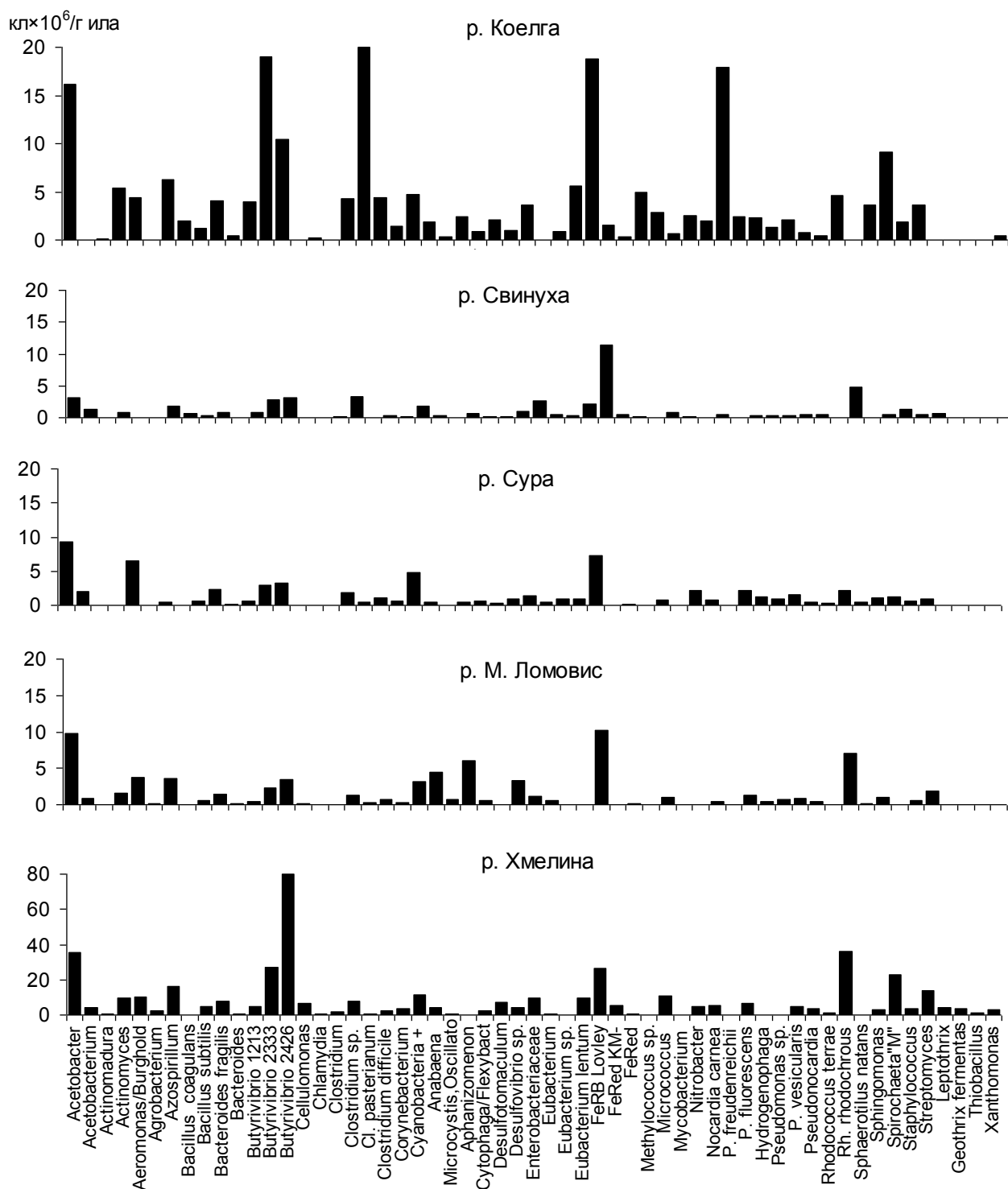


Рис. 2. Родовой/видовой состав бактериальных сообществ донных отложений малых рек географических зон: Окско-Донской низменности, Приволжской возвышенности, предгорья Южного Урала.

Так, в торфянистом иле участка р. Хмелина доминируют виды р. *Butyrivibrio*. В илистых песках с растительным детритом водотоков М. Ломовис и Сура обнаружены доминантные таксоны — р. *Acetobacter* и железоредукторы FeRB (Lovley), в «техногенном» иле р. Свинуха доминируют одни железоредукторы FeRB (Lovley). Биотоп р. Коелга, характеризующийся более высокой скоростью течения, а следовательно и мобильной сменой условий среды, отличается отсутствием доминант. Разнообразие доминирующих видов в западно-восточном направлении снижается.

Субдоминанты речных биоценозов в обобщенном варианте представлены pp. *Acetobacter*, *Aeromonas/Burgholderia*, *Butyrivibrio*, *Clostridium*, *Cyanobacteria*, *Rhodococcus*, *Spirochaeta* "M", *Propionibacterium freudenreichii* и группой FeRB (Lovley). Субдоминантный комплекс отражает связь с механическим составом донных отложений. Так, вклад субдоминантных таксонов в общую численность увеличивается с повышением содержания алевроитово-пелитовой фракции (рис. 3), обладающей способностью сорбировать органическое вещество и биогенные элементы.

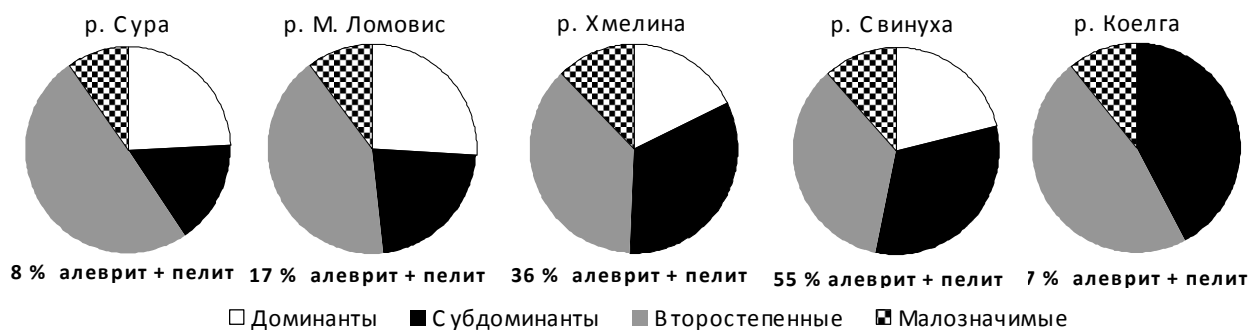


Рис. 3. Процентное распределение видов по классам доминирования в соответствии с содержанием тонкодисперсных фракций (алевроит + пелит) в механическом составе грунтов.

Следует отметить высокий уровень развития диссимиляционных железоредукторов FeRB (Lovley) в составе речных бактериоценозов: индекс доминирования (доля в общей численности) изменяется от 6% до 21%.

Заключение. Впервые были проведены исследования структуры микробных донных сообществ малых рек в географическом масштабе. Район исследования охватывает три региона в западно-восточном градиенте: Окско-Донскую низменность, Приволжскую возвышенность и предгорье Южного Урала. Методом ГХ-СМ в составе бактериальных популяций малых рек выявлено 59 таксонов родового и видового ранга. Независимо от географического положения водотоков основа видового состава постоянна: одни и те же виды, обитающие в разных экосистемах, в сообществе составляют 52%. Структурнообразующим комплексом во всех исследованных биотопах служат *Acetobacter*, *Butyrivibrio*, *Clostridium*, *Rhodococcus*, FeRB Lovley, *Cyanobacteria* и представители сем. Enterobacteriaceae.

Выявлена тенденция в формировании таксономического разнообразия микробиоценозов: вдоль градиента активной реакции среды (pH) происходит смена отдельных таксонов в сообществе: *Geothrix fermentas*, pp. *Leptothrix*, *Thiobacillus*, *Cellulomonas*, *Bacillus coagulans* и *Mycobacterium*. Зональной особенностью речных микробных сообществ является высокое развитие, а в ряде случаев — доминирование группы бактерий FeRB Lovley. Изменение других видов и формирование более тонкой структуры определяется локальными условиями ландшафта.

Количественное соотношение доминант отражает экологические особенности ландшафтов в географическом градиенте. Доминанты исследованных речных бактериобентосных сообществ представлены pp. *Acetobacter*, *Butyrivibrio* и FeRB (Lovley). Выявлена связь характера доминирования сообществ с тонкодисперсной фракцией грунтов.

Содержание органического вещества, его структура и тип накопления являются ключевыми по отношению к численному развитию бактериальных популяций малых рек. В формировании видовой структуры сообществ локальных биотопов важную роль играют характер почвенного покрова, тип донных отложений, активная реакция среды, содержание общего железа, т.е. факторы, обусловленные особенностями ландшафтов.

Список литературы

- Баканов А.И. Количественная оценка доминирования в экологических сообществах // Экологический мониторинг. Методы биологического и физико-химического мониторинга. Часть VI. / Под ред. проф. Д.Б. Гелашвили. Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2006. С. 61–116.
- Драбкова В.Г. Зональные изменения интенсивности микробиологических процессов в озерах. Л.: Наука, 1981. 212 с.
- Заварзин Г.А. Лекции по природоведческой микробиологии. М.: Наука, 2004. 348 с.
- Плетнева С.Ю., Шерышева Н.Г., Загорская Е.П., Страхов Д.А. Ландшафтно-географические особенности донных отложений малых рек // Вектор науки, 2012. № 3 (21). С. 17–32.
- Турова Е.С., Осипов Г.А. Изучение структуры микробного сообщества, активного в биотрансформации минералов железа в каолине // Микробиология, 1996. Т. 65. № 5. С. 682–689.

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОД МАЛЫХ РЕК БАСЕЙНА Р. БУРЕЯ

В. П. Шестеркин, С. Е. Сиротский, Н. М. Шестеркина

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск, ул. Ким Ю Чена, 65, shesterkin@ivep.as.khb.ru

Рассмотрены закономерности формирования химического состава вод малых рек бассейна р. Бурей. Показаны особенности химического состава речных вод горной тундры, зоны таежных и смешанных лесов.

Ключевые слова: бассейн р. Бурей, малые реки, химический состав вод, минерализация.

The regularities of chemical composition formation of the small rivers water of the Bureya River basin are discussed. Chemical composition of river water of mountain tundra, zones of coniferous and deciduous forests are described.

Keywords: Bureya River basin, small rivers, the chemical composition of water, salinity.

Река Бурей — основной левобережный приток Амура. Площадь водосбора 70 700 км², длина 623 км (от истока Правой Буреи — 739 км). Бассейн р. Буреи ограничен склонами хребтов Бурейский, Дуссе-Алинь и Турана. В средней его части находится Верхнебурейская равнина шириной 30–40 км, в нижней части — Зейско-Бурейская равнина. В бассейне прослеживаются тайга и лесостепь, на больших высотах наблюдается горная тундра.

Пробы воды малых рек отбирали в 2002–2014 гг., аналитические работы осуществляли в Межрегиональном центре экологического мониторинга гидроузлов при ИВЭП ДВО РАН (РОСС RU.0001.515988).

Реки **горной тундры** формируют химический состав вод в суровых климатических условиях (7–8 месяцев зима и короткое лето) на высотах более 1200 м, сложенных промороженными интрузивными породами разного состава и возраста с лишайниковой тундрой на горно-тундровых и с кедровым стлаником на горных мерзлотно-таежных почвах.

Превышение осадков над испарением, бедность почв и коры выветривания растворенными веществами обуславливают нейтральную величину pH, преобладание в воде среди катионов иона кальция, среди анионов — гидрокарбонатного иона.

Слабая растворимость подстилающих пород и высокий водный обмен в период открытого русла приводят к низкой минерализации вод (табл.). В содержании основных ионов большие сезонные различия отсутствуют. Концентрации ионов магния и калия, сульфатного иона часто находятся ниже предела обнаружения (Шестеркин, 1999).

Таблица. Средний химический состав вод малых рек бассейна Буреи в период открытого русла

Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	Fe _{вал.}	ПО	М
Реки и озера горной тундры									
0.4	1.8	0.4	0.8	1.8	0.12	0.72	0.03	4.8	11.6
Таежные реки хр. Турана, Дуссе-Алинь и др.									
0.8	1.8	0.6	1.3	0.8	0.32	0.08	—	11.3	14.0
Таежные реки западного склона Бурейского хр.									
2.1	6.9	2.4	0.9	3.2	0.31	0.10	0.25	9.2	47.3
Реки внутривулканов Тырминской, Верхнебурейской впадин									
2.3	5.9	2.6	0.8	6.4	0.31	0.31	0.50	—	48.1
Реки Зейско-Бурейской равнины									
4.7	6,5	2.7	1.7	4.0	0.18	0.26	—	—	66.9

Слабое развитие растительности и почв влияет на содержание биогенных и органических веществ. Содержание фосфора и аммонийного азота низкое (табл.), причем последнего на отметках выше 1500 м не превышает 0.15 мг N/л. В широких пределах изменяется концентрация нитратного азота. Более высокое его значение (в 5 раз), чем в озерах Забайкалья (Иванов, 1977) обусловлено влиянием лесных пожаров. На это указывает увеличение в 2002 г. в 4 раза концентрации нитратного азота в воде оз. Корбохон по сравнению с 1996 г. Содержание растворенного железа ниже 0.05 мг/л. Значения цветности воды не превышают 10°, ПО — 5.3 мг О/л, что свидетельствует о низкой концентрации органических веществ.

Тайга в бассейне Буреи получила наибольшее развитие, верхняя граница светло- и темнохвойных лесов проходит на высоте 1200–1500 м. Таежные геосистемы характеризуются сезонной контрастностью термического режима с длительным зимним периодом и коротким умеренно теплым летом, избыточным увлажнением большую часть года, способствующим образованию органоминеральных соединений.

Таежные реки характеризуются удовлетворительным кислородным режимом. Максимальные концентрации кислорода отмечаются в половодье и паводки. В летнюю межень концентрация кислорода не опускается ниже 9.0 мг/л. Не происходит большого снижения содержания кислорода и зимой, когда реки переходят на грунтовое питание.

Воды рек **низкогорий и среднегорий хр. Турана, Дуссе-Алинь** формируют химический состав в основном на интрузивных породах разного состава и возраста в лиственничных и пихтово-еловых лесах на подбурях, подзолах иллювиально-гумусовых и иллювиально-железистых. Минерализация вод в период открытого русла редко превышает 20 мг/л (табл.). Выше минерализация вод рек Нижний Мельгин и Сектагли, в бассейнах которых в составе подстилающих пород отмечены известняки. Максимальные значения минерализации (<100 мг/л),

как и на многих рек Приамурья, наблюдаются зимой, когда реки питаются подземными водами. В отдельные годы эти значения отмечаются весной, когда основная масса солей мигрируют из снежного покрова с первыми порциями талых вод. Реакция pH в основном нейтральная, низкие значения (< 6.00) отмечаются в половодье и паводки, когда с поверхности водосбора в русловую сеть поступает много органических веществ.

Содержание биогенных и органических веществ в воде таежных рек изменяется в широких пределах (табл.). Наиболее заметна временная изменчивость в содержании аммонийного азота, фосфора, железа и органического вещества, максимальные значения которых наблюдаются при высоких уровнях воды, минимальные — низких. Наряду с общими закономерностями в поведении каждого вещества отмечаются свои особенности, зависящие от характеристики водосборов (каменные осыпи, гари, болота и др.).

Наибольшее влияние подстилающая поверхность оказывает на содержание аммонийного азота. В период ледостава его содержание в воде редко превышает 0.1 мг N/л . Весной с поступлением талых снеговых вод в русловую сеть содержание аммонийного азота возрастает, после половодья постепенно снижается, достигая при самых низких уровнях воды минимальных за период открытого русла значений. Летне-осенние паводки вызывают новое увеличение концентраций (до 2 ПДК).

Динамика соединений железа в пространственно-временном отношении схожа с динамикой аммонийного азота. Зимой содержание железа в основном ниже 0.1 мг/л . В воде рек дренирующих болота его концентрации выше. В р. Ниман в марте 1966 г. она достигала 2.1 мг/л , в р. Туюн в марте 1983 г. — 2.6 мг/л . Большие различия в значениях вызваны неодинаковым содержанием железа в подземных водах, поступлением его из донных отложений в воду при анаэробных условиях вследствие изоляции части русла реки ледяными перемычками. В половодье содержание валового железа редко превышает 0.5 мг/л . Меньше его содержится в летнюю межень (до 0.1 мг/л). Максимальные концентрации из-за водной склоновой и русловой эрозии, отмечаются в паводки (до 5.4 мг/л в р. Ниман в августе 1967 г.).

Сезонная динамика органического вещества схожа с динамикой железа. Наиболее резко она проявляется в воде рек Ниман и Туюн повышенная заболоченность бассейнов которых (до 7%) обуславливает постоянный вынос органических соединений в русловую сеть. Зимой значения ХПК в воде рек Ниман и Туюн редко превышают $15 \text{ мг O}_2/\text{л}$, цветности — 20° . В половодье содержание органических веществ возрастает: значения цветности превышают 100° , ХПК — $35 \text{ мг O}_2/\text{л}$. В межпаводочный период содержание органического вещества во всех реках, за исключением р. Ниман, снижается в 1.5–2.0 раза. В паводки содержание органического вещества достигает максимальных значений. В воде рек Туюн и Ниман значения цветности достигают 100 и 140° , ХПК — 45 и $61.8 \text{ мг O}_2/\text{л}$ соответственно (Ресурсы ..., 1976).

Концентрации нитритного азота низкие (до 0.012 мг N/л). Наибольшие значения наблюдаются зимой, в период открытого русла находятся ниже предела обнаружения.

Содержание нитратного азота зимой менее 0.09 мг N/л . Весной оно резко снижается, часто до предела обнаружения. Низкие концентрации отмечаются и в летнюю межень. В паводки его содержание возрастает до 0.14 мг N/л . Максимальное содержание нитратного азота наблюдается в воде рек пирогенно измененных водосборов (Мордовин и др., 2006).

В поведении минерального фосфора определенных сезонных закономерностей не отмечено. Наибольшие концентрации в воде наблюдаются в любую фазу водного режима, за исключением межпаводочного периода, когда фосфор практически отсутствует.

Воды таежных рек средне- и низкогорий северо-западного склона **Бурейского** хребта формируют химический состав вод на меловых и юрских осадочных отложениях в лиственничных и пихтово-еловых лесах на буроземах грубогумусовых, подзолах иллювиально-гумусовых и иллювиально-железистых. В период открытого русла речные воды характеризуются повышенным содержанием гидрокарбонатного иона и иона кальция (табл.), что вызывает широкую амплитуду значений минерализации (Шестеркина и др., 2008). В воде р. Юрин зимой она находится в пределах $68.2\text{--}110.2 \text{ мг/л}$, в половодье и паводки — $28.9\text{--}41.5 \text{ мг/л}$. В летнюю межень минерализация вод обычно превышает 50 мг/л . Среди основных ионов отмечаются низкие концентрации иона калия, хлоридных и сульфатных ионов (табл.).

Содержание биогенных и органических веществ определяется характером подстилающей поверхности. Повышенная заболоченность рр. Юрин и Дубликан (до 10 % площади водосбора) обуславливает повышенную цветность вод и содержание органического вещества (до 300° и $62 \text{ мг O}_2/\text{л}$) (Ресурсы ..., 1976). Максимальная концентрация нитратного азота в воде наблюдалась после лесных пожаров. В мае 2003 г. высокая задымленность воздуха в бассейне р. Тымра, вызванная лесными пожарами, привела к увеличению в воде ее притоков концентрации нитратного азота до 0.51 мг N/л (Мордовин и др., 2006).

Реки **Верхнебурейской, Тымринской** внутригорных впадин с озерно-аллювиальной аккумуляцией, формируют химический состав воды в условиях распространения сплошной многолетней мерзлоты на юрских отложениях, перекрытых континентальными меловыми и палеогеновыми песчаниками и галечниками, на глее-земах торфянистых, болотно-мерзлотных почвах.

В гидрохимическом отношении реки, дренирующие впадины мало изучены. Наблюдения на Верхнезейской впадине в 2007–2008 гг. свидетельствуют о повышенной концентрации аммонийного азота, железа и органического вещества (табл.). Наибольшие их значения достигают 1.5 мг N/л , 2.1 мг/дм^3 и $44 \text{ мг O}_2/\text{л}$. Высокой является и цветность (до 250°). Величины pH находятся в пределах $6.03\text{--}6.88$, минерализации — $19.4\text{--}63.0 \text{ мг/л}$. Наименьшие значения, как правило, отмечаются весной, наибольшие — межень. По классификации О.А. Алекина (1970) вода в основном относится к гидрокарбонатному классу, группе кальция, I типу, в период оттаива-

ния мерзлоты среди катионов возможно доминирование иона магния. Среди основных ионов отмечается отсутствие в летнюю межень сульфатного иона, в половодье его концентрация не превышает 4.5 мг/л.

После длительного выпадения атмосферных осадков химический состав вод изменяется с гидрокарбонатно-кальциевого на гидрокарбонатно-магниевый состав, снижается содержание органических веществ и железа.

Обширные пространства бассейна Буреи (7.8% территории) заняты болотами, на севере осложненными криогенными формами. Болотные воды характеризуются повышенными концентрациями железа и марганца, органических кислот, обуславливающих низкие значения pH. В гидрохимическом режиме болот Приамурья, по мнению А.В. Иванова (1989), отмечаются черты сходства с гидрохимическим режимом болот Сибири (Рассказов, 1975). Они состоят в том, что наименьшая минерализация болотных вод (до 20 мг/л) отмечается весной после таяния снежного покрова. В течение засушливой половины лета минерализация вод из-за испарения резко повышается, а второй половины, после выпадения муссонных дождей, снижается. В сентябре–октябре ее величина возрастает.

Наблюдения за химическим составом болотных вод Верхнезейской равнины (Лебедев, 1977) позволили установить закономерности формирования химического состава болотных вод, выявить широкий спектр гидрохимических типов состава болотных вод и неоднородное распределение концентраций растворенных веществ по площади болот, показать доминирование содержания органических веществ над минеральными веществами.

Реки возвышенной эрозионно-денудационной цокольной **Зейско-Бурейской** равнины формируют химический состав на кристаллических породах, покрытых лиственничными лесами с участием монгольского дуба на бурых лесных почвах. Минерализация вод изменяется в больших пределах (28.2–270.8 мг/л). Максимальные значения, обусловленные присутствием в отдельных бассейнах рек эффузивных пород кислого и среднего состава, наблюдаются в воде рек Пайканчик и Малые Симики (табл.). Об этом свидетельствуют повышенные концентрации ионов щелочноземельных металлов и гидрокарбонатного иона. Содержание иона калия и хлоридного иона находится ниже предела обнаружения. Данная ситуация характерна и для сульфатного иона, содержание которого в летнюю межень в воде большинства рек не превышает 2 мг/л, осенью — 5 мг/л.

По химическому составу вода не отличается от вод ранее рассмотренных равнинных рек. Концентрации аммонийного азота низкие, нитритного и нитратного азота, минерального фосфора находятся ниже предела обнаружения. Высокая заболоченность отдельных речных водосборов обуславливают в половодье и паводки повышенные значения цветности (до 260°), концентрации железа и марганца. Значения ХПК изменяются в пределах 10–40 мг О/л, наименьшие величины отмечаются в летнюю межень, наибольшие — в паводки. Содержание растворенного железа не превышает 0.4 мг/л.

Реки *низменной озерно-аллювиальной* южной части **Зейско-Бурейской** равнины, сложенных палеогеновыми и меловыми песчано-глинистыми осадками, в настоящее время формируют химический состав вод на сельскохозяйственных землях. Немногочисленные данные по химическому составу речных вод этой части равнины свидетельствуют о нейтральных значениях pH, широкой амплитуде колебаний минерализации воды, обусловленной большими различиями в содержании гидрокарбонатного иона и иона кальция (табл.). Заболоченность поймы в ряде рек обуславливает повышенные концентрации железа, аммонийного азота и органического вещества, а хозяйственная деятельность — нитратного азота.

Большие различия в химическом составе вод малых рек обуславливают гидрохимическую зональность р. Бурея. В истоке она характеризуется низким содержанием растворенных веществ (табл.), минерализация речных вод не превышает 15 мг/л. Ниже по течению поступление вод таежных рек, дренирующих интрузивные породы, не вносит больших изменений в содержание основных ионов, в то время как концентрация органического вещества незначительно возрастает (рис.). После впадения малых рек, дренирующих осадочные отложения минерализация вод р. Бурея повышается на 8–13 мг/л. В свою очередь реки Верхнебуреинской равнины обуславливают увеличение в 2–3 раза содержания органического вещества. Наиболее значительная трансформация химического состава воды р. Бурея отмечается после впадения рек Ургал и Тирма, которые дренируют осадочные породы, в результате чего минерализация вод этих рек постоянно превышает 45 мг/л. Увеличение содержания органического вещества в свою очередь происходит из-за влияния болотных вод Верхнебуреинской и Тирминской равнин. Поэтому минерализация вод р. Бурея и содержание в ней органического вещества от истока к устью возрастают (рис.).

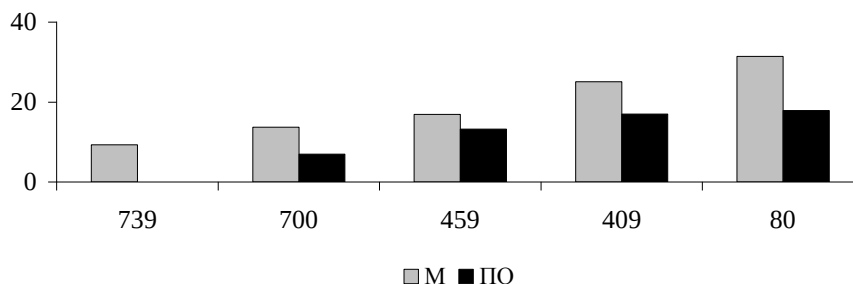


Рис. Распределение значений минерализации (М, мг/л) и ПО (мг О/л) в водах р. Бурея (цифрами показано расстояние от устья реки).

Таким образом, минерализация вод малых рек горной тундры находится ниже 15 мг/дм³. Вода характеризуется гидрокарбонатно-кальциевым составом, низким содержанием органических и биогенных веществ.

Минерализация вод малых таежных рек в период открытого русла в основном не превышает 50 мг/дм³. Более высокие значения отмечаются в воде рек, которые дренируют карбонатно-терригенные отложения. По классификации О.А. Алекина (1970) вода в основном относится к гидрокарбонатному классу, группе кальция, первому типу, характеризуется низкой концентрацией аммонийного азота и повышенной, из-за пирогенного фактора, нитратного азота.

Равнинные реки Верхнебуреинской и Тымринской впадин характеризуются повышенной концентрацией аммонийного азота, железа и органического вещества. Содержание основных ионов подвержено сезонным колебаниям. В половодье и паводки минерализация воды не превышает 40 мг/л, летнюю межень — 90 мг/л.

Малые реки широколиственных лесов имеют более высокие, чем реки горной тундры и таежные, концентрации и минерализацию вод, состав которой варьирует в широком диапазоне (гидрокарбонатного или сульфатного класса, группы кальция, магния или натрия, а то и смешанного типа). Вода этих рек характеризуется слабощелочной величиной рН и повышенной концентрацией нитратного азота.

Список литературы

- Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат. 1970. 444 с.
- Иванов А.В. Гидрохимический режим озер Чарской котловины и ее горного обрамления // Гидрохимия рек и озер в условиях резко континентального климата. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1977. С. 39–68.
- Иванов А.В. Гидрохимический режим болот Приамурья // Ресурсы болот СССР и пути их использования. Хабаровск: ДВО АН СССР. 1989. С. 99–110.
- Лебедев Ю.М., Каспарова С.Г., Кашин Н.П., Куклина Н.М. Формирование стока биогенных элементов и органического вещества в верховьях Зеи // Гидрохимия и гидрология юга Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 1977. С. 46–52.
- Рассказов Н.М., Удодов Н.А., Назаров А.Д. Болотные воды Томской области // Известия ТПИ. Т. 297. Томск: изд-во ТПИ. 1975. С. 102–117.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 18. Вып. 1. Верхний и Средний Амур. Л.: Гидрометеиздат. 1966. 782 с.
- Шестеркин В.П. Характеристика химического состава поверхностных вод Буреинского заповедника // Труды гос. природного заповедника “Буреинский”. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 1999а. Вып. 1. С. 78–81.
- Шестеркина Н.М., Таловская В.С., Ри Т.Д., Шестеркин В.П. Гидрохимия притоков Бурейского водохранилища // Пресноводные экосистемы бассейна реки Амур. Владивосток: Дальнаука. 2008. С. 18–27.

УДК 574.583 (470.341-25)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗООПЛАНКТОНА ВОДОТОКОВ АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ Г. НИЖНЕГО НОВГОРОДА

Г. В. Шурганова, И. С. Макеев, И. А. Кудрин, М. Ю. Ильин, Д. Е. Гаврилко

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Национальный исследовательский университет 603950 г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23, конгр. 1, e-mail: shurganova@bio.unn.ru

Проведена оценка современного экологического состояния рек антропогенно нарушенных территорий г. Нижнего Новгорода. Выявлены особенности видовой структуры и пространственного размещения сообществ зоопланктона исследуемых водотоков.

Ключевые слова: зоопланктон, малые реки, городские реки.

An assessment of the current ecological state of small rivers on anthropogenic modified areas of Nizhny Novgorod was carried out. The peculiarities of the multispecies structure and spatial distribution of zooplankton communities of streams studied was detected.

Keywords: zooplankton, small rivers, urban rivers.

Введение. Малые реки играют заметную роль в формировании водного режима территории, однако, как правило, они являются наименее изученными водными объектами в большинстве регионов (Комулайнен, 2004), в том числе и в г. Нижний Новгород. Особый интерес представляют малые реки антропогенно нарушенных территорий. Зоопланктон городских малых рек г. Н. Новгорода обследовался в рамках комплексной оценки экологического состояния водоёмов и водотоков г. Н. Новгорода в 2000–2005 гг. (Шурганова, Макеев, 2008).

Нижний Новгород расположен в междуречье рек Волги и Оки. Часть малых рек г. Н. Новгорода (реки Старка и Кова) протекает по возвышенной территории окско-волжского водораздела, тогда как реки Левинка, Ржавка, Гниличка расположены в низменной части левобережной долины р. Оки. Плоский рельеф левобережья р. Оки с малыми уклонами, неглубокое залегание грунтовых вод способствует заболачиванию, поэтому малые реки с искусственно углубленным и местами запруженным руслом, а также мелиоративные каналы служат здесь для осушения территории. В нагорной правобережной части, представляющей собой систему оврагов и долин малых рек, наблюдаются эрозионные процессы на фоне поднятия территории. Водоохранные зоны малых рек г. Н. Новгорода характеризуются преобладанием антропогенно нарушенных территорий (Юнина, Сидоренко, 2005).

По результатам гидрохимических исследований комитета по экологии Нижнего Новгорода, проведенных в июле–августе 2013 г., водотоки г. Н. Новгород характеризуются как “грязные” и “очень грязные”. Среди загрязняющих веществ преобладают железо, марганец, аммонийный азот, нефтепродукты, легко окисляемые органические вещества. Наименее загрязненной является р. Гниличка, а наиболее — р. Ржавка (с притоком — р. Борзовкой) и р. Левинка в верхнем и среднем течении. Река Кудьма подвержена меньшему антропогенному

прессу, однако и она протекает через сельскохозяйственные угодья и многочисленные пригородные населенные пункты сельского типа с развитой деревообрабатывающей и пищевой промышленностью. Основными загрязнителями в р. Кудьма являются аммонийный азот, фосфаты, сульфаты, нитриты, железо, медь, марганец, цинк (Состояние окружающей ..., 2013).

Целью данной работы была оценка современного состояния зоопланктона водотоков антропогенно нарушенных городских и пригородных территорий г. Нижнего Новгорода.

Материалом для работы послужили пробы зоопланктона, отобранные на разных участках течения и в разных типах биотопов 5 малых рек г. Н. Новгорода (р. Левинка, р. Ржавка, р. Гниличка, р. Кова, р. Старка) в июле 2013 г., а также пробы зоопланктона, отобранные на акватории р. Кудьма в июле 2012 г. (рис. 1, 2). Отбор и обработка проб зоопланктона производились по общепринятым методикам (Методические рекомендации ..., 1982).

Результаты и их обсуждение. Видовой состав и структура зоопланктона. Видовое богатство зоопланктона городских водотоков составляло: в р. Левинка — 39 видов, р. Гниличка — 26 видов, р. Ржавка — 25 видов, р. Кова — 6 видов, р. Старка — 4 вида (табл. 1). Преобладали виды эвритопные, широко распространённые в пресных водоёмах гумидной зоны Европейской части России. Значительную часть (43%) планктонофауны р. Левинки составляли виды прибрежно-зарослевые. В р. Левинка был обнаружен вид коловратки *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) — вселенец из Северной Америки.

Наибольшее число видов (39) обнаружено в Левинке. Значительную их часть (43%) составляли фитофильные и придонные виды, что указывает на замедленное течение реки и хорошее развитие литорали и рипапи. Водоток характеризуется наличием участков с искусственным расширением и углублением русла по всему течению. Наибольшее видовое богатство (19) отмечалось на подпрусженных участках среднего и нижнего течения реки. Зоопланктон имел здесь наиболее высокие показатели количественного развития. Особенностью планктонофауны реки являлось также присутствие редкого придонного вида ветвистоусого рачка — *Ilyocryptus sordidus* (Lievin, 1848). В верхнем течении доминировали по численности науплиальные и копеподитные стадии веслоногого рачка *Thermocyclops oithonoides* (Sars, 1863), по биомассе — коловратка *Asplanchna priodonta* (Gosse, 1850). Средняя индивидуальная масса имела сравнительно высокие значения (5–9.5 мкг/экз.), что указывает на преобладание крупного зоопланктона.

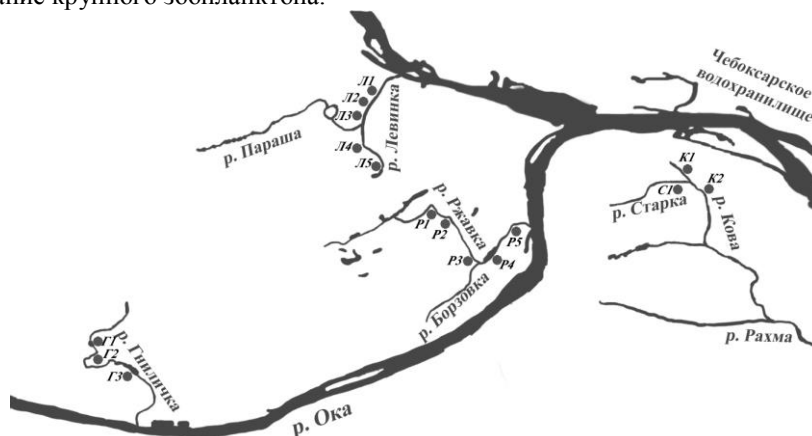


Рис. 1. Карта-схема расположения станций отбора проб на малых городских рек г. Нижнего Новгорода.

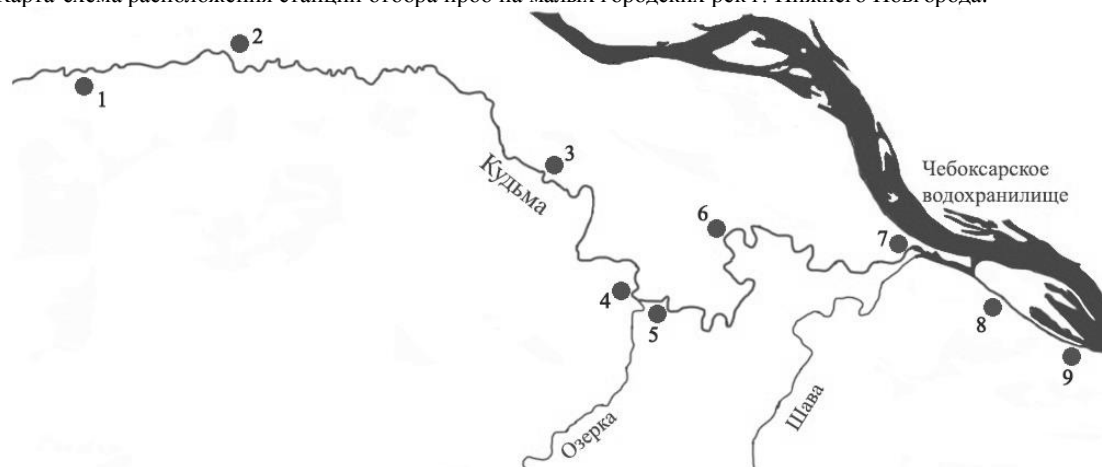


Рис. 2. Карта-схема расположения станций отбора проб на р. Кудьма.

В среднем течении доминантом по численности являлась коловратка *Kellicottia bostoniensis* — интродуцент из Северной Америки, недавно обнаруженный в 13 разнотипных озерах Северо-западного и Центрального регионов России, включая Владимирскую область, а также западные и юго-западные районы Нижегородской области. Интродуцент конкурирует с аборигенным видом *Kellicottia longispina* (Kellicott, 1879), постепенно вы-

тесняя последний. Доминантами по биомассе на речном участке являлся эврибионтный эвтрофный вид *Bosmina longirostris* (Muller, 1785), а на прудовом участке – фитофильный олиго-мезотрофный вид *Sida crystallina* (Muller, 1776). Особенностью нижнего прудового участка является доминирование *K. bostoniensis* по численности — 560 тыс. экз./м³ (97.4%) и по биомассе — 17 мг/м³ (35.8%), поэтому средняя индивидуальная масса здесь крайне низкая (0.08 мкг/экз.).

Таблица 1. Показатели видовой структуры зоопланктона исследуемых малых рек

Малая река	Видовое богатство*	Численность (N, тыс. экз./м ³)	Индекс Шеннона по численности (H _N)	Индекс сапробности по численности (S _N)
Левинка	39 (14–19)	11.59–841.4	0.77–3.23	1.61–1.83
Ржавка	25 (4–16)	2.00–55.66	0.66–2.84	1.63–2.25
Гниличка	26 (11–17)	4.07–23.52	0.54–2.97	1.55–1.74
Старка	4 (3–4)	0.141	1.98	—**
Кова	6 (3–5)	0.074–0.548	1.47–1.75	—**
Кудьма	42 (5–17)	0.11–63.42	0.84–3.56	1.33–1.99

* — общее по акватории (пределы изменения на отдельных станциях); ** — расчет индекса некорректен, т.к. число видов-индикаторов сапробности менее 5.

Река Ржавка, несмотря на высокую степень загрязнения, имела хорошо развитый комплекс зоопланктона (25 видов, из них 12 фитофилов). Истоком реки является Шуваловский мелиоративный канал, где количественное и качественное развитие зоопланктона невысоко, ниже по течению эти показатели немного возрастали. Численно доминировали науплии и копепоиды отр. Cyclopoida. Наибольшее развитие зоопланктона наблюдалось в среднем течении в прудообразном придатке русла. Доминантом здесь являлся крупный тепловодный α-мезосапробный вид *Daphnia pulex* (Leydig, 1860), определяющий крайне высокую среднюю индивидуальную массу (44.6 мкг/экз.). Видовое богатство максимально в нижнем течении, однако количественное развитие зоопланктона там значительно ниже, что объясняется быстрым течением.

Река Гниличка имеет каскад прудов, болотное питание и хорошо развитую погруженную и плавающую растительность, поэтому здесь отмечалось большое число видов (26, из них 15 фитофилов) и, в основном, высокая численность зоопланктона. Исключением являлся нижний пруд, сильно заросший телорезом, где количественное развитие зоопланктона подавлено. На верхнем прудовом и речном участках доминировала *B. longirostris*, на нижнем прудовом — *A. priodonta*. Индивидуальная масса зоопланктеров в целом была выше на прудовых участках (14.1 и 6.4 мкг/экз.) по сравнению с речным (1.4 мкг/экз.).

В реках Старке и Кове наблюдалось крайне низкое видовое богатство и количественное развитие зоопланктона (табл. 1). Фитофильных видов здесь не было обнаружено. Это обусловлено относительно быстрым течением и сильным загрязнением воды и берегов. Доминировал по численности ветвистоусый рачок *B. longirostris*, по биомассе — *A. priodonta* (р. Старка) и *B. longirostris* (р. Кова). Субдоминантами выступали науплии и младшие копепоиды отр. Cyclopoida. В р. Кове субдоминантом по численности являлась тепловодная прудовая коловратка *Hexarthra mira* (Hudson, 1871), выносимая из придаточных луж. Индивидуальная масса зоопланктона была сравнительно низкой (1.4 и 2.5 мкг/экз. в Кове и Старке соответственно).

В р. Кудьма было идентифицировано 42 вида зоопланктонных организмов. Среди коловраток преобладали по численности *Brachionus calyciflorus* (Pallas, 1766), *B. angularis* (Gosse, 1851), *Keratella cochlearis* (Gosse, 1851), *Asplanchna priodonta*. Среди ветвистоусых чаще других встречались *Bosmina longirostris*, *Alona rectangularis* (Sars, 1862), а также *Acroperus harpae* (Baird, 1834). Среди веслоногих ракообразных преобладающими по численности являлись ювенильные и науплиальные стадии Copepoda.

Сапробиологический анализ позволяет оценить в целом воды исследуемых водоёмов III классом качества (умеренно-загрязнённые). Исключением являлись отдельные станции среднего течения р. Кудьма, где присутствовали олиго-сапробные виды, такие как *Kellicottia longispina*, *Sida crystallina*. Оценить сапробность рек Старка и Кова не представляется возможным из-за малого числа (менее 5) индикаторных видов зоопланктона.

Пространственное размещение зоопланктона. Анализ пространственного размещения зоопланктона проводился с использованием метода многомерного векторного анализа, подробно описанного в ряде работ (Черепенников и др., 2003; Черепенников и др., 2004; Шурганова, Черепенников, 2011), для трёх исследуемых водотоков — р. Левинка, р. Ржавка, р. Кудьма.

На акватории р. Левинка наибольшим сходством видовой структуры отличались пробы, отобранные в среднем и нижнем участках реки, которые характеризуются замедленным стоком (№ 3–5, рис. 3). На данных станциях доминантом был вид-вселенец *Kellicottia bostoniensis*, тогда как в верхнем течении реки он найден не был. Зоопланктон верхнего течения (пробы № 1–2) сильно отличался по своей структуре от зоопланктона нижнего течения, в нём доминировали науплиальные и копепоидные стадии Copepoda. Таким образом, на акватории р. Левинка выделяются два обособленных зоопланктоценоза, различающиеся по видовой структуре.

На акватории р. Ржавка структура зоопланктона была относительно однородной, с преобладанием науплиальных и копепоидных стадий Cyclopoida, за исключением ст. № 4 (рис. 4). Это обусловлено массовым развитием ветвистоусого рачка *Daphnia pulex*, который фактически являлся монодоминантом на данной станции.

На акватории р. Кудьмы (рис. 5) наибольшей степенью сходства видовой структуры отличались три станции в нижнем течении (№ 7–9). Обусловлено это тем, что единственным доминантом на них являлась коловратка *B. calyciflorus*. Среди субдоминантов преобладали *K. cochlearis*, науплиальные стадии Cyclopoida и

B. angularis. Таким образом, в устьевом участке р. Кудьмы выделялся обособленный по видовой структуре зоопланктоценоз. Высокой степенью сходства видовой структуры зоопланктона характеризовались станции № 1–3 (участок от н.п. Митино до н.п. Кстово), и, следовательно, на данном участке реки также выделялся дискретный зоопланктоценоз, в нём преобладали науплиальные стадии *Cyclopoida*, *Alona rectangula*, *Acroperus harpae* и *Asplanhna priodonta*. Станции № 4–6 характеризовались довольно низким сходством видовой структуры, и на данном участке не выделялось обособленное сообщество зоопланктона.

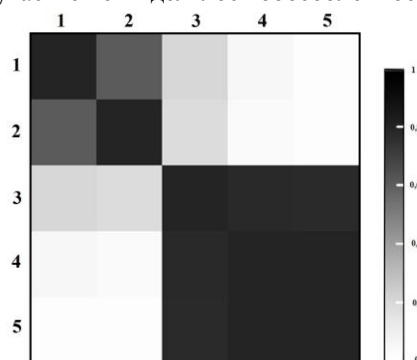


Рис. 3. Визуализация мер сходства проб зоопланктона р. Левинка.

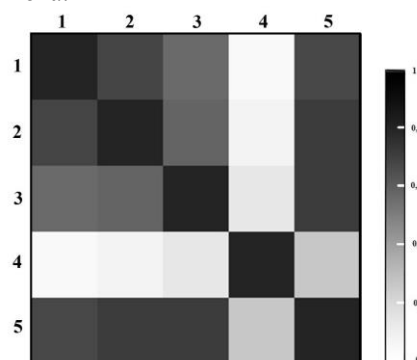


Рис. 4. Визуализация мер сходства проб зоопланктона р. Ржавка.

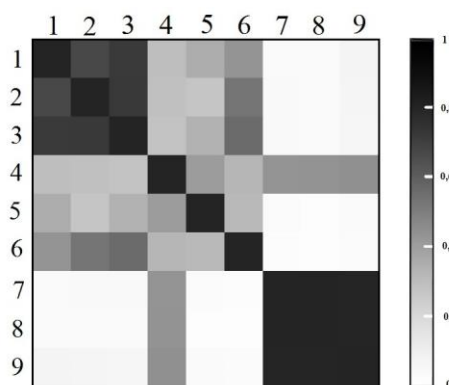


Рис. 5. Визуализация мер сходства проб зоопланктона р. Кудьма.

Заключение. Несмотря на значительное загрязнение, зоопланктон малых рек антропогенно нарушенных территорий Нижегородской области в середине лета в целом имел естественный характер развития и обычный для водотоков такого типа уровень видового разнообразия, за исключением рек Старка, Кова и отдельных станций р. Ржавка, где наблюдались низкие показатели видового богатства и количественного развития зоопланктона, что свидетельствует о нарушении видовой структуры зоопланктона. Наибольшее видовое богатство и количественное развитие отмечалось в основном на участках замедленного течения при наличии развитой водной растительности (показательна в этом отношении р. Левинка), что, вероятно, связано с массовым развитием фитофильных видов.

Сапробиологический анализ позволил в целом оценить качество воды исследованных водотоков III классом (вода умеренно загрязненная), что не соответствует результатам оценки качества вод по гидрохимическим показателям.

Пространственное размещение зоопланктона водотоков антропогенно нарушенных территорий г. Н. Новгорода являлось, преимущественно, дискретным. Выделялись отдельные сообщества зоопланктона, соответствующие комплексу биотопических условий и антропогенной нагрузке.

Список литературы

- Комулайнен С.Ф. Экология фитоперифитона малых рек Восточной Финляндии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2004. 182 с.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах // Зоопланктон и его продукция. Л.: ГОСНИОРХ, 1982. 33 с.
- Состояние окружающей среды и природных ресурсов Нижегородской области в 2012 году. Доклад Министерства экологии и природных ресурсов Нижегородской области. Н. Новгород, 2013. 294 с.
- Черепеников В.В., Шурганова Г.В., Артельный Е.В. Использование многомерного векторного анализа для оценки пространственного размещения зоопланктоценозов Чебоксарского водохранилища // Тез. докл. Междунар. конф. «Экологические проблемы бассейнов крупных рек» Тольятти: ИЭБВ РАН, 2003. С. 303.
- Черепеников В.В., Шурганова Г.В., Гелашвили Д.Б., Артельный Е.В. Исследование различий видовой структуры основных зоопланктоценозов Чебоксарского водохранилища методом многомерного анализа // Изв. Самарского научного центра Российской академии наук. 2004. Т. 6. № 2 (12). С. 328–333.
- Шурганова Г.В., Макеев И.С. Зоопланктон. Гидробиологическая характеристика водных объектов Нижнего Новгорода // Экология Нижнего Новгорода: Монография / Под ред. Д.Б. Гелашвили. Н. Новгород: ННГАСУ, 2008. С. 185–192.
- Шурганова Г.В., Черепеников В.В. Методы выделения и идентификации сообществ гидробионтов // Экологический мониторинг. Методы биологического и физико-химического мониторинга. Часть VII. Уч. пос. Н. Новгород: ННГУ. 2011. С. 121–155.
- Юнина В.П., Сидоренко М.В. Ландшафтно-экологическая характеристика водосборных бассейнов и водоохранных зон водных объектов г. Нижнего Новгорода // Экологическое состояние водных объектов Нижнего Новгорода: Монография. Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2005. С. 9–19.

РОЛЬ ПРИТОКОВ В РЕАЛИЗАЦИИ РЕПРОДУКТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА КАРПОВЫХ (СЕМ. CYPRINIDAE) В БАСЕЙНЕ ОЗЕРА ЧАНЫ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

Е. Н. Ядренкина

Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск, Россия, Yadrenkina@ngs.ru

С целью оценки функциональной роли притоков в реализации жизненного цикла рыб бассейна оз. Чаны проведено изучение многолетней динамики пространственного распределения производителей по нерестилищам речной системы в период размножения. Результаты сравнительного анализа видового состава рыб в речной и озерной системах водоема показали существенные различия в структуре ихтиокомплексов лотических и лентических биотопов. Выявлены межгодовые различия в видовом составе производителей при чередовании трансгрессивно-регрессивных циклов обводнения оз. Чаны. Доказана определяющая значимость притоков в реализации репродуктивного потенциала карповых (сем. Cyprinidae).

Ключевые слова: Cyprinidae, нерестилища, притоки, факторы среды, озеро Чаны, Западная Сибирь.

THE SIGNIFICANCE OF TRIBUTARIES IN THE REALIZATION OF REPRODUCTIVE POTENTIAL OF CYPRINID FISH (FAM. CYPRINIDAE) IN THE BASIN OF CHANY LAKE (WESTERN SIBERIA)

E. N. Yadrenkina

Institute of Systematics and ecology of animals, SB RAS, Novosibirsk, Russia, Yadr@eco.nsc.ru

To assess the functional significance of tributaries in realization of the life cycle of fishes there was studied the spatial distribution of fish in the basin of Chany Lake, including tributaries. The comparative analysis reflect the significant differences in the structure of fish communities in lakes and rivers systems. The spawning areas depend on changing of regressive and transgressive phases of water level. The results show the significance of the tributaries in successful implement of the reproductive potential of cyprinid fish (Fam. Cyprinidae).

Keywords: Fam. Cyprinidae, spawning areas, tributaries, environmental factors, Chany Lake, Western Siberia.

Притоки Каргат и Чулым впадают в бессточное солончатоводное оз. Чаны со стороны его восточного побережья. Объем стока рек в значительной мере определяется уровнем атмосферных осадков и близостью расположения грунтовых и поверхностных вод. Поэтому степень опреснения озерной акватории связана объемом стока рек, а также талых и дождевых вод с площади водосбора. В маловодные годы за счет увеличения показателей общей минерализации воды опресненные участки бассейна ограничены эстуарной зоной и речной системой, в многоводные — распространение охватывает всю площадь оз. Малые Чаны. Расположение и размеры нерестилищ рыб связаны, прежде всего, с площадями опресненных участков водоема (Ядренкина, 1996; Ядренкина, Ядренкин, 2000; Ядренкина и др., 2005). Прогностические модели динамики численности популяций рыб невозможно построить без многолетних данных по размножению рыб в условиях чередования трансгрессивно-регрессивных циклов обводнения территории. С целью оценки функциональной роли притоков в реализации жизненного цикла озерных рыб проведено изучение многолетней динамики пространственного распределения производителей по нерестилищам речной системы в период размножения.

Материалы и методы. Для оценки значимости разных участков бассейна оз. Чаны (рис. 1) в реализации репродуктивного потенциала разных видов рыб использованы результаты многолетних данных (1981–2010 гг.) по видовому составу ихтиофауны в речной и озерной системах и материалы по распределению нерестилищ.



Рис. 1. Схема бассейна озера Чаны: I — оз. Бол. Чаны, II — оз. Мал. Чаны, III — р. Каргат, IV — р. Чулым.

Относительное обилие представителей разных видов в период размножения на пространственно-обособленных участках водоема оценивали по четырех-бальной шкале: 0 — представители вида на площади конкретного участка не размножаются, 1 — редко встречаются, 2 — группа производителей малочисленна, 3 — высокая численность нерестового стада. Сравнительный анализ сходства ихтиокомплексов разных участков бассейна оз. Чаны проведен методом кластерного анализа по величине евклидовой дистанции между сравниваемыми группами.

Основные результаты и обсуждение. Озерный комплекс рыб включает 7 видов (язь *Leuciscus idus*, плотва *Rutilus rutilus*, лещ *Abramis brama*, китайский карась *Carassius auratus*, сазан *Cyprinus carpio*, обыкновенный судак *Sander lucioperca*, речной окунь *Perca fluviatilis*); типичные обитатели речной системы — обыкновенная щука *Esox lucius*, елец *Leuciscus leuciscus*, верховка *Leucaspis delineatus*, линь *Tinca tinca*, пескарь *Gobio gobio*, золотой карась *C. carassius*, а также речные группы плотвы и речного окуня (8 видов). На разливах нижнего и среднего течения притоков Каргат и Чулым осуществляет нерест значительная часть озерных рыб (плотва, язь, китайский карась) (рис. 2). В период ледостава в условиях развития гипоксии (дефицита растворенного в воде кислорода) происходит перемещение рыб, толерантных к высокой минерализации воды, из низовьев притоков в озерную акваторию и на глубоководные участки среднего и верхнего течения.

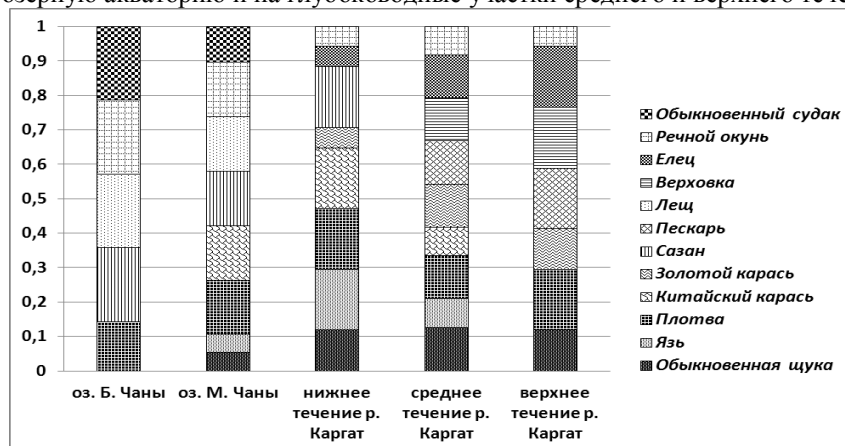


Рис. 2. Видовая структура рыб на разных участках бассейна озера Чаны (среднеголетние данные 1981–2010 гг.). Ось ординат отражает относительное обилие представителей разных видов в период размножения на пространственно-обособленных участках водоема.

Результаты кластерного анализа видового состава рыб на разных участках бассейна свидетельствуют о существенных различиях между речными (среднее и верхнее течение притоков) и озерными ихтиокомплексами с одной стороны, и положения нижнего течения притоков в качестве переходной зоны, с другой (рис. 3).

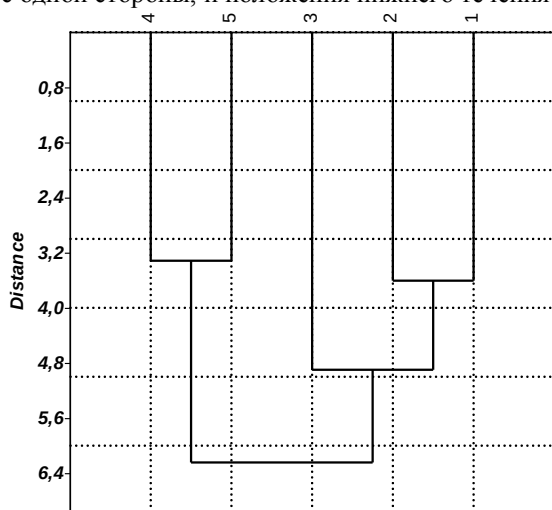


Рис. 3. Дендрограмма сходства видового состава ихтиокомплексов разных участков бассейна оз. Чаны в период размножения: 1 — оз. Бол. Чаны, 2 — оз. Мал. Чаны, 3 — нижнее течение р. Каргат, 4 — среднее течение р. Каргат, 5 — верхнее течение р. Каргат. На оси ординат представлена шкала евклидовой дистанции.

Изучение пространственного распределения рыб по площади бассейна в период размножения позволило выявить некоторые закономерности распределения производителей разных видов рыб по площади водоема в период размножения:

Обыкновенная щука. На фоне затяжной регрессии (1998–2010 гг.) в уловах не превышает 3% от общей численности рыб. Распределение нерестилищ ограничено речной системой. Использует реки в качестве места обитания в течение всего года.

Язь. В весенний период язь осуществляет нерестовые миграции из оз. Бол. Чаны на опресненные участки оз. Мал. Чаны, а также разливы нижнего и среднего течения притоков. После нереста большая часть производителей скатывается в озеро, однако на протяжении всего вегетационного периода небольшая группа использует для нагула эстуарную зону и низовья рек.

Елец. Типичный обитатель речной системы, однако в период высокой водности и распреснения озерной акватории часть производителей нерестует в северо-восточной части оз. Мал. Чаны.

Верховка. Места обитания ограничены средним и верхним течением притоков.

Линь. Малочисленная популяция обитает в среднем и нижнем течении притоков.

Сибирская плотва. Значительная часть нерестового стада размножается в озерах Мал. Чаны и Бол. Чаны. Однако ежегодно регистрируется массовый подход озерной группы производителей на нерестилища нижнего и

среднего течения р. Каргат. После массового ската производителей озерной группы в оз. Мал. Чаны, часть стада использует нижнее течение притоков в качестве нагульных площадей. В среднем и верхнем течении притоков реализует жизненный цикл речная популяция.

Елец. Толерантный к высокой минерализации воды вид осуществляет нерест преимущественно на площадях озерной акватории. В летне-осенний период в речной системе в незначительных количествах встречаются особи младших возрастных групп (1+ ... 3+), а доля молоди первого года жизни в структуре речного комплекса нижнего течения реки Каргат не превышая 5% от общей численности.

Золотой карась — типичный обитатель рек, успешно размножается только в пресной воде. Основные места обитания золотого карася — мелководные прибрежные участки рек и юго-восточного побережья озера Малые Чаны.

Китайский карась в настоящее время распространен как в озерной, так и речной системах. За период акклиматизации он освоил в качестве места обитания весь водоем. При этом успешно размножается, осуществляет нагул и зимует в реках даже в условиях развития гипоксии.

Сазан распространен по всей площади озерной акватории и низовьях рек. Размножается на прогреваемых участках мелководьях речной и озерной систем. Производители сазана в массе заходят в низовья притоков на нерест, составляя в уловах в летний период до 7% от общей численности рыб. Часть стада, представленная старшими возрастными группами, к концу лета смещается в озерную часть бассейна, а молодь в возрасте +0 ... +2 года остается в русле вплоть до середины января.

Обыкновенный судак нерестует обычно в озерах Малые и Большие Чаны. В речной системе чаще встречаются единичные неполовозрелые особи в возрасте 3–4 лет и молодь первого года жизни. В структуре ихтиокомплекса нижнего течения р. Каргат составляет до 3% от численности рыб.

Речной окунь размножается большей частью в озерной системе, однако малочисленная речная группа постоянно обитает в реке, где осуществляет размножение, нагул и зимовку.

Таким образом, притоки оз. Чаны, как среда обитания рыб, — динамически подвижная система, что определяет не только существенные межсезонные, но и межгодовые различия в структуре ихтиофауны (рис. 4). Важно отметить, что при чередовании трансгрессивно-регрессивных циклов обводнения территории Барабинской низменности (1981–1990 — высоководные годы, 1991–2000 — средне-водные, 2001–2010 — маловодные) на фоне затяжной регрессии среднесезонные показатели видового состава рыб отражают снижение доли рыб, эмбриогенез которых успешно протекает при пониженной минерализации воды (язь и елец).

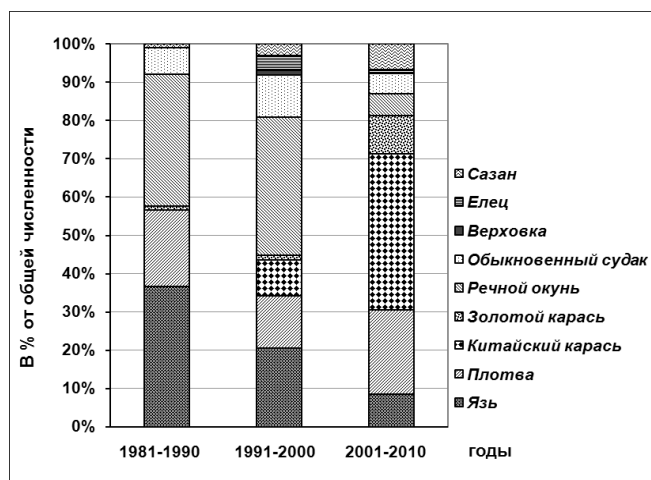


Рис. 4. Динамика изменения структуры молоди рыб в речной системе бассейна оз. Чаны за период 1981–2010 гг.

Согласно результатам проведенного исследования, речной и озерный комплексы рыб находятся в тесной взаимосвязи. В периоды распреснения озерной акватории (фаза трансгрессии) в оз. Мал. Чаны распространены пескарь, елец и верховка, а в речной системе размножаются массовые виды озерных рыб — язь, плотва, китайский карась. При этом, несмотря на одновременное присутствие на нерестилищах производителей разных видов рыб, они разобщены между собой в пространственно-временном аспекте. Таким образом, полученные данные свидетельствуют о ключевой роли притоков в поддержании видового богатства рыб чановской системы озер.

Список литературы

- Ядренкина Е.Н. Видовая структура ихтиофауны речной и озерной систем бассейна озера Чаны на современном этапе // Задачи и проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах Сибири. Томск, 1996. С. 42–43.
- Ядренкина Е.Н., Ядренкин А.В. Динамика размножения весенне-нерестующих рыб в речной системе озера Чаны. Саморегуляция структуры ихтиоценоза на нерестилищах // Экология и рациональное природопользование на рубеже веков. Итоги и перспективы. Томск, 2000. С. 226–227.
- Ядренкина Е.Н., Интересова Е.А., Ядренкин А.В., Хакимов Р.М. К вопросу о пространственной дифференциации популяций карповых рыб озера Чаны (Западная Сибирь). Особенности изменчивости остеометрических признаков речной и озерной групп язя *Leuciscus idus* и плотвы *Rutilus rutilus* (сем. Cyprinidae) // Сибирский экологический журнал. 2005. Т. 12. № 2. С. 293–304.

СОДЕРЖАНИЕ

М. А. Абдуев ИЗМЕНЧИВОСТЬ СРЕДНЕГОДОВОГО СТОКА ВЗВЕШЕННЫХ НАНОСОВ МАЛЫХ РЕК АЗЕРБАЙДЖАНА	5
Г. В. Аджиенко, А. Н. Набатчиков, Е. В. Веницианов РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БАЗЫ ДАННЫХ «КСЕ-НОБИОТИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ»	8
А. О. Айрапетян КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗООПЛАНКТОНА ОСНОВНЫХ ПРИТОКОВ ОЗЕРА СЕВАН (АРМЕНИЯ)	11
Д. Г. Алешина, А. Л. Афанасьева ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАЛЫХ РЕК – ПРИТОКОВ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА	13
Н. И. Андреев, С. И. Андреева, Е. С. Бабушкин, М. В. Винарский, А. В. Каримов МАЛЫЕ РЕКИ БАСЕЙНА БОЛЬШОГО ЮГАНА (ХАНТЫ-МАНСКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ – ЮГРА) КАК СРЕДА ОБИТАНИЯ МАКРОЗООБЕНТОСА	16
Н. И. Андреев, С. И. Андреева, А. В. Каримов, А. Н. Красногорова, И. Е. Казанцев МАКРОЗООБЕНТОС РЕКИ ОША ЛЕВОГО ПРИТОКА ИРТЫША (ОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)	18
А. В. Андрианова СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БИОТИЧЕСКИХ ИНДЕКСОВ И МЕТРИК В МОНИТОРИНГЕ ГОРНЫХ РЕК НА ЮГЕ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ	21
А. Л. Антонов ИХТИОФАУНА ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ В МЕСТАХ ДОБЫЧИ ЗОЛОТА В ДОЛИНЕ Р. НИМАН (БАСЕЙН Р. БУРЕЯ, СРЕДНИЙ АМУР)	24
М. О. Аубакирова, И. Н. Магда, О. Е. Лопатин МОРФОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОДНОЦВЕТНОГО ГУБАЧА <i>TRIPLOPHYSA LABIATA</i> ИЗ МАЛЫХ РЕК БАЛКАШСКОГО БАСЕЙНА	26
Е. Ю. Афонина ЗООПЛАНКТОН НЕКОТОРЫХ ГОРНЫХ ПРИТОКОВ ВЕРХНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ОНОН (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ)	29
Е. Н. Бакаева, Н. А. Игнатова, Г. Г. Черникова, Т. А. Цурупа, Н. В. Вишневская, К. В. Шабанова, С. В. Лежепёкова ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ТОКСИЧНОСТЬ ВОД И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ УРБООКОСИСТЕМЫ МАЛОЙ РЕКИ (Р. ТЕМЕРНИК, ЮФО)	32
И. А. Барышев ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БЕНТОФАУНЫ ПОРОГОВЫХ УЧАСТКОВ МАЛЫХ, СРЕДНИХ И КРУПНЫХ РЕК КАРЕЛИИ И МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ	35
И. В. Башинский ФАУНА АМФИБИЙ ЛЕСОСТЕПНЫХ ВОДОТОКОВ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ АКТИВНОГО БОБРОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ	39
Е. А. Беляков СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ <i>SPARGANUM EMERSUM</i> RENN. В УСЛОВИЯХ МАЛЫХ РЕК ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ	42
В. П. Беляков, А. И. Бажора, И. В. Сотников ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ И КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗООБЕНТОСА ТРЕХ ОЗЕРНО-РЕЧНЫХ СИСТЕМ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА ПРИ АНТРОПОГЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ	44
М. С. Бизин, М. В. Чертопруд МАКРОБЕНТОС МАЛЫХ РЕК РАВНИННОЙ СЕРБИИ	47
Е. А. Бобкова, В. Н. Носкова МАКРОЗООБЕНТОС Р. ТЕЛИ (СЕЛЕНГИНСКИЙ РАЙОН РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ) В 2012–2013 ГГ.	50
М. Е. Буковский, И. С. Решетов ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДНЫХ МАКРОБЕСПОЗВОНОЧНЫХ ДОНСКОГО БАСЕЙНА В СРЕДНЕМ И НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ РЕКИ ВОРОНЫ	53
В. А. Бурдова, Т. Г. Стойко ЗООПЛАНКТОН РЕК ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ	57
С. А. Валькова ЗООБЕНТОС КАК ИНДИКАТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАЛЫХ РЕК (НА ПРИМЕРЕ р. ЖЕМЧУЖНАЯ, МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)	60
А. М. Визер ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ИХТИОФАУНЫ И ЗООБЕНТОСА РЕКИ ОЛЬЖЕРАС КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ	62
И. В. Вихрев, Ю. В. Беспалая, И. Н. Болотов ВОСПРОИЗВОДСТВО ПОПУЛЯЦИЙ ЖЕМЧУЖНИЦЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ (<i>MARGARITIFERA MARGARITIFERA</i> L.) МАЛЫХ РЕК БАСЕЙНА БЕЛОГО МОРЕА В УСЛОВИЯХ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ЛОСОСЕВЫХ РЫБ	64
А. Н. Власова ОЦЕНКА ЗНАЧИМОСТИ И ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ БАСЕЙНА МАЛОЙ РЕКИ КРЫМА	67
И. С. Ворошилова, А. А. Фролов, С. И. Андреева СООТВЕТСТВУЕТ ЛИ ФОРМА РАКОВИН СФЕРИИД ЛОГАРИФИЧЕСКОЙ СПИРАЛИ?	70
Е. С. Габдуллин, К. К. Ахметов О РЕЗУЛЬТАТАХ ПРИМЕНЕНИЯ БАКТЕРИАЛЬНОГО ПРЕПАРАТА ПРОТИВ ЛИЧИНКОК МОШЕК НА РЕКЕ ТЕПЛАЯ В 2013 Г.	72
А. Л. Гаврилов, О. А. Госькова ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ПОКАЗАТЕЛИ ЗАРАЖЕННОСТИ ПАРАЗИТАМИ СИГОВЫХ РЫБ Р. СЫНЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ПОЙМЕ МАЛОЙ ОБИ	73
О. А. Гоголева, Е. А. Селиванова БАКТЕРИОПЛАНКТОН СОЛЕННЫХ РЕК ПРИЭЛЬТОНЬЯ	76
В. К. Голованов, А. С. Маврин ТЕМПЕРАТУРНЫЕ РЕАКЦИИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РЫБ, ОБИТАЮЩИХ В МАЛЫХ РЕКАХ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	79
Л. В. Головатюк, В. К. Шитиков, Т. Д. Зинченко ОЦЕНКА ПОПУЛЯЦИОННОЙ ПЛОТНОСТИ МАКРОЗООБЕНТОСА СОЛЕННЫХ РЕК ЮГА РОССИИ (БАСЕЙН ОЗ. ЭЛЬТОН) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАДИЕНТНОГО АНАЛИЗА	82
Т. Б. Голоколенова ФИТОПЛАНКТОН БАСЕЙНА РЕКИ ИЛОВЛЯ	86
А. В. Гончаров, Н. Н. Жгарева, А. А. Прокин БИОИНДИКАЦИЯ ФОНОВОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОТОКОВ В ВЕРХОВЬЯХ Р. КАН (ВОСТОЧНЫЙ САЯН)	89
Е. П. Горлачева ПИТАНИЕ РЫБ РЕКИ БЫРЦА (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ)	91
М. А. Грандова ВОДНЫЕ ПОЛУЖЕСТКОКРЫЛЫЕ ВОДОТОКОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ УКРАИНЫ	94
И. Л. Григорьева, А. Б. Комиссаров, Е. А. Чекмарева ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ МАЛЫХ РЕК ВОДОСБОРНОГО БАСЕЙНА ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	98
В. В. Грубинко, И. Л. Суходольская, И. Б. Грюк ФАКТОРЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ГОМЕОСТАЗА АЗОТА В ЭКОСИСТЕМЕ МАЛОЙ РЕКИ	100
В. В. Грубинко, Е. И. Прокопчук ФАКТОРЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ГОМЕОСТАЗА ФОСФОРА В ЭКОСИСТЕМЕ МАЛОЙ РЕКИ	104
Я. И. Гульченко, О. П. Баженова, Н. Н. Барсукова КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЭВТРОФИРОВАНИЯ РЕКИ ОМЬ (БАСЕЙН СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ ИРТЫША)	106
Г. Б. Гуменюк МОДЕЛИРОВАНИЕ МИГРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В Р. РЕКА ЗАКАРПАТСКОЙ ОБЛАСТИ	110
Д. С. Даирова, Л. А. Живоглядова ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ДОННЫХ СООБЩЕСТВ МАЛЫХ РЕК И ПОЙМЕННОГО ОЗЕРА БАСЕЙНА Р. ТЫМЬ (О-В САХАЛИН)	111
Е. К. Данько, Ф. В. Климов, Е. В. Мурова СОСТАВ ИХТИОФАУНЫ РЕКИ ЧИЛИК	115

Л. В. Дегтярева, Н. В. Карыгина, Н. В. Галушкина, Е. В. Галлей ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЭВТРОФИРОВАНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ МАЛЫХ РЕК НИЖНЕЙ ВОЛГИ	117
Д. Б. Денисов ВОДОРΟΣЛЕВЫЕ СООБЩЕСТВА РАЗНОТИПНЫХ МАЛЫХ РЕК КОЛЬСКОГО СЕВЕРА	119
В. Г. Дядичко НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВОДНЫХ АДЕРНАГА (COLEOPTERA) МАЛОЙ ПЕРЕСЫХАЮЩЕЙ РЕКИ ТИЛИГУЛ (ОДЕССКАЯ ОБЛАСТЬ, УКРАИНА)	122
Е. Е. Ежова, М. В. Лятун, М. А. Герб, Ю. Ю. Полунина, Е. К. Ланге, Н. В. Родионова, Д. С. Дудакова, А. В. Гушин СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ СООБЩЕСТВ Р. ПРЕГОЛЯ (ВИСЛИНСКИЙ ЗАЛИВ, БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ)	124
Э. В. Епремян ИССЛЕДОВАНИЕ МАКРОФИТОВ РЕКИ ЛИЧК (АРМЕНИЯ)	127
Т. В. Еремкина, Н. Б. Климова, В. Г. Симонова, А. Е. Трифонов, Н. В. Чечулина СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЭКОСИСТЕМ МАЛЫХ РЕК СРЕДНЕГО УРАЛА В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОЙ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	130
Н. И. Ермолаева СОСТОЯНИЕ ЗООПЛАНКТОНА ВОДОТОКОВ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. ЗЕЯ (БАСЕЙН Р. АМУР) ПОСЛЕ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО ПАВОДКА 2013 Г.	133
И. О. Еропова, П. А. Хромова, Н. В. Шибанова, Л. С. Кравцова, Б. Э. Богданов, И. Б. Книжин РОЛЬ ХИРОНОМИД В ДОННЫХ БИОЦЕНОЗАХ РЕКИ ОЛХА ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ	136
Л. А. Ерофеевская РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ РЕКИ ПЕЛЕДУЙ	138
Л. Е. Ефимова, О. В. Кораблева, Е. В. Терская ГИДРОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЙМЕННЫХ ОЗЕР РЕКИ КЕРЖЕНЕЦ (КЕРЖЕНСКИЙ ЗАПОВЕДНИК, НИЖЕГОРОДСКОЕ ЗАВОЛЖЬЕ)	141
С. М. Жданова, Чан Куок Хоан, Чан Дык Дзъен ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ О ЗООПЛАНКТОНЕ РЕКИ КАЙ И ЕЕ ПРИТОКОВ (ПРОВИНЦИЯ КХАНЬХОА, ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ВЬЕТНАМ)	144
Ю. В. Житник МАКРОФИТЫ МАЛОЙ РЕКИ И ЕЕ ПОЙМЕННЫХ ВОДОЕМОВ В ПРЕДЕЛАХ БОЛЬШОГО ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ Р. ВИТЫ, Г. КИЕВ, УКРАИНА)	146
А. Е. Жохов, М. Н. Пугачева, В. Н. Михеев ЗНАЧЕНИЕ МАЛЫХ РЕК В СТРУКТУРЕ ОЧАГА ОПИСТОРХОЗА В БАСЕЙНЕ ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ (ЯРОСЛАВСКАЯ ОБЛАСТЬ)	148
Е. Ю. Зарубина ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА МАЛЫХ РЕК АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ МУССОННОГО КЛИМАТА	151
Д. В. Злотник РЕВИЗИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА РЫБ БАСЕЙНА РЕКИ ЧУЛЫМ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ (БАСЕЙН СРЕДНЕЙ ОБИ)	154
Е. Ю. Иванчева, В. П. Иванчев ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ИНВАЗИОННОГО И АБОРИГЕННЫХ ВИДОВ РЫБ В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ПОЙМЕННЫХ ОЗЕР	157
К. Н. Ивичева, И. В. Филоненко ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СООБЩЕСТВ ЗООБЕНТОСА Р. ВОЛОГДА	162
Н. В. Игнатъева ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТРЕХ ОЗЕРНО-РЕЧНЫХ СИСТЕМ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА И ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ	165
М. Ю. Ильин, Г. В. Шурганова, И. А. Кудрин ВИДОВАЯ СТРУКТУРА ЗООПЛАНКТОНА МАЛЫХ РЕК ГПБЗ «КЕРЖЕНСКИЙ» НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ	168
Д. А. Кадочников, Е. М. Кузнецова, Н. Б. Овчанкова ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАЛЫХ РЕК Г. ПЕРМИ (Р. ЕГОШИХИ И Р. ДАНИЛИХИ) ПО БИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ	172
Н. Н. Казачёнок ДИНАМИКА РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АБИОТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМЫ РЕКИ ТЕЧА (ЮЖНОЕ ЗАУРАЛЬЕ)	175
О. В. Казимирченко, М. М. Смирнова БАКТЕРИОЦЕНОЗ РЕКИ СВЕТОГОРКА (САМБИЙСКИЙ ПОЛУОСТРОВ, БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ) И ЕГО ИНДИКАТОРНАЯ ЗНАЧИМОСТЬ	177
Д. П. Карабанов, Ю. В. Кодухова РАСПРОСТРАНЕНИЕ АМУРСКОГО ЧЕБАЧКА <i>PSEUDORASBORA PARVA</i> (ASTINOPTERYGII: CYPRINIDAE) В МАЛЫХ ВОДОТОКАХ КАВКАЗА	179
И. А. Каргапольцева МАКРОЗООФИТОС ГРУППЫ ФОРМАЦИЙ НИЗКОТРАВНЫХ ГЕЛОФИТОВ <i>AQUINERBOSA HELOPHYTA HUMILIS</i> УСТЬЕВОЙ ОБЛАСТИ Р. ПАЗЕЛИНКА УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ	182
Н. В. Карташева, В. М. Хромов, Н. А. Шидловская СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗООПЛАНКТОНА ВЕРХОВЬЯ РЕКИ МОСКВЫ В ЛЕТНЕ-ОСЕННИЙ ПЕРИОД	185
Я. С. Климова, Г. М. Чуйко, М. В. Гапеева ОСОБЕННОСТИ АНТИОКСИДАНТНОГО СТАТУСА МЯГКИХ ТКАНЕЙ ДВУСТВОРЧАТОГО ПРЕСНОВОДНОГО МОЛЛЮСКА <i>DREISSENA POLYMORPHA</i> ИЗ МАЛЫХ РЕК БАСЕЙНА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ: СИТЬ, СУТКА И ЯГОРБА	188
А. А. Козленок, Л. А. Розумная ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СПИСОК ФАУНЫ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ, ОБНАРУЖЕННЫХ В ГИДРОБИОЦЕНОЗАХ МАЛОГО ВОДОТОКА, В ВОДОСБОРНОЙ ПЛОЩАДИ КОТОРОГО НАХОДИТСЯ КРУПНЫЙ ПОЛИГОН ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ (НА ПРИМЕРЕ р. ПЕХОРКА, МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)	191
А. А. Козленок, Л. А. Розумная ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СПИСОК ФАУНЫ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ, ОБНАРУЖЕННЫХ В ГИДРОБИОЦЕНОЗАХ МАЛОГО ВОДОТОКА, В ВОДОСБОРНОЙ ПЛОЩАДИ КОТОРОГО НАХОДИТСЯ КРУПНЫЙ ПОЛИГОН ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ (НА ПРИМЕРЕ р. ЧЕЧЕРА, МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)	193
С. А. Кондратьев, М. В. Шамова ДЕТЕРМИНИРОВАНО-СТОХАСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛИРУЮЩАЯ СИСТЕМА «ПОГОДА - СТОК - БИОГЕННАЯ НАГРУЗКА» (НА ПРИМЕРЕ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ БАСЕЙНА ФИНСКОГО ЗАЛИВА)	194
О. Н. Кононова, М. А. Батурина ПЛАНКТОННАЯ ФАУНА НЕКОТОРЫХ ПРИТОКОВ РЕКИ СЫСОЛА (РЕСПУБЛИКА КОМИ)	198
Л. Г. Корнева, В. В. Соловьева, И. В. Митропольская, О. С. Макарова ФИТОПЛАНКТОН И КАЧЕСТВО ВОД СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. КОСТРОМА И ЕЕ ПРИТОКОВ (КОСТРОМСКАЯ ОБЛАСТЬ, РОССИЯ)	201
В. С. Котельникова СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА ПИТАНИЯ РУССКОЙ БЫСТРЯНКИ <i>ALBURNOIDES ROSSICUS</i> ВЕРХНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ЧЕПЦЫ НА ТЕРРИТОРИИ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ	204
Т. И. Кочурова ДИНАМИКА СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАКРОЗООБЕНТОСА р. ОСИНОВКА (БАСЕЙН р. ВЯТКА) В РАЙОНЕ ЗАХОРОНЕНИЯ ЯДОХИМИКАТОВ	208
Е. С. Кривина ФИТОПЛАНКТОН МАЛЫХ ЕРИКОВ ИКРЯНИНСКОГО РАЙОНА АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД 2012 Г.	211
И. Г. Криницын, М. В. Сиротина, А. С. Дюкова, А. А. Ефимова, А. В. Мастерова, Н. А. Разгуляева РЕДКИЕ И ОХРАНЯЕМЫЕ РАСТЕНИЯ В БАСЕЙНАХ НЕКОТОРЫХ МАЛЫХ РЕК ГПЗ «КОЛОГРИВСКИЙ ЛЕС» ИМ. М. Г. СИНИЦЫНА» (КОСТРОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)	213
А. В. Крылов, Н. Н. Жгарева ЗООПЛАНКТОН МАЛЫХ ОЗЕР ХОПЕРСКОГО ЗАПОВЕДНИКА ПРИ РАЗНОМ РЕЖИМЕ ПОЕМНОСТИ	216

М. Н. Ладыка, А. В. Дорошенко ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ БАСЕЙНОВ МАЛЫХ И СРЕДНИХ РЕК УКРАИНЫ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ИХ ВОДОСБОРНУЮ ТЕРРИТОРИЮ (НА ПРИМЕРЕ Р. ТРУБЕЖ)	220
М. Н. Ладыка, О. В. Корх ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА ПРИ ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ БАСЕЙНА Р. ИРПЕНЬ (УКРАИНА)	223
В. И. Лазарева ЗООПЛАНКТОН МАЛЫХ РЕК АРИДНОЙ ЗОНЫ РОССИИ (БАСЕЙН ОЗ. ЭЛЬТОН, ВОЛГОГРАДСКАЯ ОБЛ.): БИОРАЗНООБРАЗИЕ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОЙ СОЛЕННОСТИ	227
Е. Е. Лапина ОСОБЕННОСТИ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕКИ ОРША (ТВЕРСКАЯ ОБЛАСТЬ) С УЧЕТОМ ГЕНЕЗИСА ИСТОЧНИКОВ ЕЕ ПИТАНИЯ	230
О. А. Лебедева <i>BATRACHIUM KAUFFMANII</i> (RANUNCULACEAE) В БАСЕЙНЕ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА: БИОЛОГИЯ, ЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА	234
Н. Е. Лихачева, В. М. Хромов, Н. А. Шидловская СТРУКТУРА ЛЕТНЕ-ОСЕННЕГО ФИТОПЛАНКТОНА РЕКИ МОСКВЫ	235
Ю. В. Лошакова, И. Б. Книжин БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕПАРАЗИТИЧЕСКОЙ МИНОГИ Р. ЧУКША (БАСЕЙН Р. АНГАРА)	237
И. Ю. Лычковская К ИЗУЧЕНИЮ МАКРОЗООБЕНТОСА Р. ПРЫ НА ТЕРРИТОРИИ ОКСКОГО ЗАПОВЕДНИКА	240
М. И. Лялина, Е. Н. Ядренкина МЕЖГОДОВАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАКРОЗООБЕНТОСА НА ПРИУСТЬЕВЫХ УЧАСТКАХ РЕКИ КАРГАТ (БАСЕЙН ОЗ. ЧАНЫ, ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)	242
А. С. Маврин, А. Е. Жохов ЭНДОПАРАЗИТЫ СЕГОЛЕТОК ПЛОТВЫ <i>RUTILUS RUTILUS</i> — БИОЛОГИЧЕСКИЙ МАРКЕР ТЕРРИТОРИАЛЬНО УДАЛЕННЫХ ГРУППИРОВОК РЫБ В ОДНОЙ РЕКЕ	245
М. А. Макарова, Е. О. Головина СООБЩЕСТВА МАЛЫХ РЕК - ПРИТОКОВ СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ (СРЕДНЕДВИНСКИЙ ЛАНДШАТНЫЙ РАЙОН, АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)	248
Г. В. Макарская, С. В. Тарских ОСОБЕННОСТИ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ХАРИУСА Р. УС ПРИРОДНО-ГО ПАРКА «ЕРГАКИ»	251
Е. Г. Макеева К ФЛОРЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ РЕКИ КИЗИЛКА (РЕСПУБЛИКА ХАКАСИЯ)	255
П. Н. Маккавеев, П. О. Завьялов ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ И ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АКВАТОРИИ У УСТЬЕВ РЕК РАЙОНА БОЛЬШОГО СОЧИ	259
Н. Н. Мамась ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ БАСЕЙНА РЕКИ БЕЙСУГ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ	261
Н. Н. Мамась ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ БАСЕЙНА РЕКИ КИРПИЛИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ	264
Н. Н. Мамась ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ БАСЕЙНА РЕКИ ПОНУРА В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ	266
Н. Н. Мамась ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РЕКИ ЧЕЛБАС В КАНЕВСКОМ РАЙОНЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ	268
Н. Ш. Мамилов, Т. С. Ванина, Ф. Т. Амирбекова, Э. Б. Кожобаева, Д. К. Беккожаева МАЛЫЕ РЕКИ СЫРДАРЬИНСКОГО БАСЕЙНА КАК РЕФУГИУМЫ АБОРИГЕННОЙ ИХТИОФАУНЫ	269
А. С. Мамян Л. Р. Гамбарян ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ ДЕБЕД (АРМЕНИЯ) И ЕЕ ОСНОВНЫХ ПРИТОКОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА	273
О. Н. Маренков ТРАНСФОРМАЦИЯ ИХТИОФАУНЫ РЕКИ МОКРАЯ СУРА (ДНЕПРОПЕТРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ, УКРАИНА)	276
Е. А. Масюткина, М. Н. Шибаева РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМАРОВ-ЗВОНЦОВ (СЕМ. CHIRONOMIDAE) ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕК КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ	279
Р. А. Михайлов ОСНОВНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА МАЛАКОФАУНУ РЕКИ САМАРА (САМАРСКАЯ ОБЛАСТЬ)	283
И. Е. Михеев ИХТИОЦЕНОЗЫ МАЛЫХ РЕК В КОНТЕКСТЕ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ (ЗАБАЙКАЛЬКИЙ КРАЙ)	285
О. И. Михеева, П. Б. Михеев, Н. Г. Петренко ПАРАЗИТОФАУНА ЕВРОПЕЙСКОГО ХАРИУСА, ЩУКИ И ОКУНЯ Р. ВИШЕРА	287
О. А. Мочалова, А. А. Бобров ВОДНЫЕ СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ РЕК БАСЕЙНА ОХОТСКОГО МОРЯ (МАГАДАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)	290
Д. Ю. Нечаев СТРУКТУРА ЗООПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА Р. ИЛОВЛЯ (ВОЛГОГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ)	291
Г. Р. Нигаматзянова, Л. А. Фролова, И. В. Федорова, А. А. Четверова ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОТОК ДЕЛЬТЫ Р. ЛЕНА (УСТЬ-ЛЕНСКИЙ ЗАПОВЕДНИК)	294
А. П. Новоселов ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ЭКОЛОГИЯ РЫБ Р. ЗАЯЧЬЯ (ПРИТОК ЧЕТВЕРТОГО ПОРЯДКА БАСЕЙНА Р. СЕВЕРНАЯ ДВИНА)	297
А. П. Новоселов, Г. М. Устюжнинский, Р. В. Козаков ИХТИОФАУНА МАЛЫХ РЕК СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ П-ВА ЯМАЛ	300
О. В. Обухова, Л. В. Ларцева ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ АЭРОМОНАД, ПЕРСИСТИРУЮЩИХ В ВОДОТОКАХ ДЕЛЬТЫ Р. ВОЛГИ И ИХ ПАТОГЕННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ	303
В. В. Осипов ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ О ВЛИЯНИИ БОБРА (<i>CASTOR FIBER</i>) НА ИХТИОФАУНУ МАЛЫХ СТЕПНЫХ РЕК СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ В УСЛОВИЯХ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ	305
Н. Г. Отюкова СОДЕРЖАНИЕ ЖЕЛЕЗА В ВОДЕ УСТЬЕВОЙ ОБЛАСТИ МАЛОЙ РЕКИ ИЛЬД БАСЕЙНА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	308
О. А. Павлова ФИТОПЛАНКТОН МАЛЫХ РЕК САНКТ-ПЕТЕРБУРГА	311
Д. М. Палатов ВЫСОТНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РЕОФИЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ МАКРОБЕНТОСА КАВКАЗА И ЗАКАВКАЗЬЯ	314
В. Н. Подшивалина СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ ЗООПЛАНКТОНА ЗАСЕЛЕННЫХ БОБРОМ (<i>CASTOR FIBER</i>) СТЕПНЫХ РЕК ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА «ПРИВОЛЖСКАЯ ЛЕСОСТЕПЬ» (ПЕНЗЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ) ПО ОКОНЧАНИИ ВЕСЕННЕГО ПАВОДКА	317
Ш. Р. Поздняков, М. В. Шамова СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФОРМУЛ РАСХОДА ВЛЕКОМЫХ НАНОСОВ НА ПРИМЕРЕ РЕКИ АЛА-АРЧА (КИРГИЗСКОЕ АЛАТАУ)	320
Ю. Ю. Полунина, Н. В. Родионова, Г. А. Цыбалева ОСОБЕННОСТИ ЗООПЛАНКТОНА НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ПРЕГОЛЯ (БАСЕЙН ВИСЛИНСКОГО ЗАЛИВА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ)	324
Н. В. Полякова, Т. А. Чужекова ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗООПЛАНКТОНА РОДНИКОВ И РОДНИКОВЫХ РУЧЬЁВ Г. ЖИГУЛЁВСКА (САМАРСКАЯ ОБЛ.)	327
М. С. Прокопук ИНВАЗИОННЫЕ МАКРОФИТЫ В МАЛЫХ РЕКАХ СРЕДНЕГО ПРИДНЕПРОВЬЯ (УКРАИНА)	328
Н. А. Пудовкин, П. В. Смутнев СОСТОЯНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В ОРГАНИЗМЕ ШИРОКОПАЛОГО РЕЧНОГО РАКА (<i>ASTACUS ASTACUS</i> , L., 1758) ОБИТАЮЩЕГО В БАСЕЙНЕ РЕКИ ЦНА ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ	331

Н. В. Родионова ЗООПЛАНКТОН ТРЕХ РАЗНОТИПНЫХ СИСТЕМ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ЛАНДШАФТОВ Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА И ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ	332
Р. З. Сабитова, О. В. Мухортова ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПО ЗООПЛАНКТОНУ РЕКИ БЕЛАЯ (РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН)	335
Н. С. Сапаргалиева ИХТИОФАУНА МАЛЫХ РЕК ИРТЫШСКОГО БАСЕЙНА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН	337
Д. Р. Светашева, М. П. Грушко ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МАЛОГО ГОРОДСКОГО ВОДОЕМА «ЗОЛОТОЙ ЗАТОН»	340
П. И. Семейкина ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ФИТОПЛАНКТОНА ДВУХ МАЛЫХ РЕК Г. ПЕРМИ	341
А. С. Семенова ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ МАЛЫХ РЕК КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ЗООПЛАНКТОНА	344
М. В. Сиротина, И. Г. Криницын, Л. В. Мурадова, Т. М. Колесова, Д. Н. Зонтиков ЗООПЛАНКТОН МАЛЫХ РЕК ЗАПОВЕДНИКА «КОЛОГРИВСКИЙ ЛЕС» имени М.Г. СИНИЦЫНА	348
Ю. В. Слынько, А. Дулмаа, Ц. Дэмидсэрээтэр СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИХТИОФАУНЫ ВОДОЕМОВ ВЕРХНЕГО ШИШИХИДА (ДАРХАТСКАЯ КОТЛОВИНА. МОНГОЛИЯ)	351
М. М. Соловьев, Е. Н. Кашиная, Н. А. Бочкарев, Л. А. Пестрякова ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ЗНАЧЕНИЯ pH В РАЗЛИЧНЫХ ОТДЕЛАХ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА РЫБ	351
Л. М. Сороковинова, В. Н. Синюкович, И. И. Мариняйтэ, Н. А. Онищук, Н. В. Башенхаева, И. В. Томберг, Н. П. Сезько, Т. В. Ходжер КАЧЕСТВО ВОД МАЛЫХ РЕК НА ТЕРРИТОРИИ ЯРАКТИНСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (СЕВЕР ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ)	354
М. Ю. Старовойтова СИНГЕНЕЗ ВОДОХРАНИЛИЩ МАЛЫХ РЕК СЕВЕРО-ВОСТОКА УКРАИНЫ	357
Л. Н. Степанов ЗООБЕНТОС МАЛЫХ РЕК АРКТИЧЕСКИХ ТУНДР ЯМАЛА	359
Д. Н. Суднищина, М. В. Колченко ФИТОПЕРИФИТОН НЕКОТОРЫХ МАЛЫХ РЕК ПСКОВСКО-ЧУДСКО-НАРВСКОГО ОЗЕРНО-РЕЧНОГО БАСЕЙНА	362
О. Г. Тарасова ХАРАКТЕРИСТИКА ЗООБЕНТОСНОГО СООБЩЕСТВА И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД МАЛЫХ РЕК НИЗОВЬЕВ Р. ВОЛГИ	365
И. О. Тихонова, Д. А. Крамер ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МАЛЫХ РЕК МОСКОВСКОГО МЕГАПОЛИСА	367
М. М. Трибун ФАУНА И БИОЛОГО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИНFUЗОРИЙ МАЛЫХ РЕК ОКРЕСТНОСТЕЙ Г. ХАБАРОВСКА	370
Е. Н. Унковская ОСОБЕННОСТИ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА МАЛЫХ РЕК ВОЛЖСКО-КАМСКОГО ЗАПОВЕДНИКА (РЕСПУБЛИКА ТАТАРСТАН)	373
Е. И. Филинова, Ю. А. Малинина, М. Л. Опарин, О. С. Опарина ИССЛЕДОВАНИЕ МАКРОЗООБЕНТОСА КАК КОРМОВОГО ОБЪЕКТА РУССКОЙ ВЫХУХОЛИ НА МАЛЫХ РЕКАХ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ	377
И. В. Филоненко, А. С. Комарова, К. Н. Ивичева ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПЛОЩАДИ НЕРЕСТИЛИЩ В УСТЬЯХ МАЛЫХ РЕК БАСЕЙНА ВЕРХНЕЙ СУХОНЫ	380
Т. Г. Хачикян, Л. Р. Гамбарян ВИДОВОЙ СОСТАВ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОПЛАНКТОНА РЕК АРГИЧИ И ДЗКНАГЕТ, ВОДОСБОРНОГО БАСЕЙНА ОЗЕРА СЕВАН (АРМЕНИЯ)	382
П. А. Хромова, Н. В. Шибанова, И. В. Еропова, Л. С. Кравцова, Б. Э. Богданов, И. Б. Книжин СТРУКТУРА ЗООБЕНТОСА ПРАВЫХ ПРИТОКОВ ИРКУТСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	385
Н. В. Холмогорова МАКРОЗООБЕНТОС РЕКИ НЕЧКИНКА (УДМУРТСКАЯ РЕСПУБЛИКА)	388
А. Г. Царегородцева ФОРМИРОВАНИЕ ПОЙМЕННЫХ ВОДОЕМОВ И ВОДОТОКОВ В ПРОЦЕССЕ ИСТОРИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РУСЛА РЕКИ ИРТЫШ (КАЗАХСТАНСКАЯ ЧАСТЬ)	390
И. В. Чалова, Н. С. Шевченко, О. Л. Цельмович, В. Л. Лавров, А. В. Крылов К ВОПРОСУ О РОЛИ ПРОДУКТОВ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ <i>CASTOR FIBER L.</i> В ФОРМИРОВАНИИ СПЕЦИФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ЗООПЛАНКТОНА БОБРОВЫХ ПРУДОВ МАЛЫХ РЕК (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ)	393
Т. А. Чекрыжева ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ И ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ФИТОПЛАНКТОНА РЕК РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ (РОССИЯ)	395
А. В. Черевичко ЗООПЛАНКТОН МАЛЫХ РЕК ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ АКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ	398
М. В. Чертопруд СООБЩЕСТВА МАКРОБЕНТОСА ВЕРХНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ВЕЛИКОЙ (ПСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ): КОНЦЕПЦИЯ РЕЧНОГО КОНТИНУУМА И ОЗЕРНЫЕ ЭФФЕКТЫ	401
Н. В. Чибисова, М. В. Лягут СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДАХ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ПРЕГОЛЯ (КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛ.)	404
Ф. М. Шакирова, Ю. А. Северов ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ РАЗМНОЖЕНИЯ РЫБ В ПРИБРЕЖНЫХ МЕЛКОВОДЬЯХ УСТЬЯ РЕКИ МЁШИ НА ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ЧИСЛЕННОСТЬ РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ МЁШИНСКОГО ЗАЛИВА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	406
А. М. Шевченко, Ю. В. Островская ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗООБЕНТОСА МАЛЫХ ВОДОТОКОВ ЗАПАДНОЙ ОКОНЕЧНОСТИ БЕЛЕБЕВСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ (РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН)	409
Н. Г. Шерышева, Г. А. Осипов ЗОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТАКСОНОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ДОННЫХ СООБЩЕСТВ МАЛЫХ РЕК (ОКСКО-ДОНСКАЯ НИЗМЕННОСТЬ, ПРИВОЛЖСКАЯ ВОЗВЫШЕННОСТЬ, ЮЖНЫЙ УРАЛ)	411
В. П. Шестеркин, С. Е. Сиротский, Н. М. Шестеркина ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОД МАЛЫХ РЕК БАСЕЙНА Р. БУРЕЯ	416
Г. В. Шурганова, И. С. Макеев, И. А. Кудрин, М. Ю. Ильин, Д. Е. Гаврилко СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗООПЛАНКТОНА ВОДОТОКОВ АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ Г. НИЖНЕГО НОВГОРОДА	419
Е. Н. Ядренкина РОЛЬ ПРИТОКОВ В РЕАЛИЗАЦИИ РЕПРОДУКТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА КАРПОВЫХ (СЕМ. <i>CYPRINIDAE</i>) В БАСЕЙНЕ ОЗЕРА ЧАНЫ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)	423

**ЭКОСИСТЕМЫ МАЛЫХ РЕК:
БИОРАЗНООБРАЗИЕ,
ЭКОЛОГИЯ,
ОХРАНА**

Материалы лекций II-й Всероссийской школы-конференции

18 – 22 ноября 2014 г.

Том II

Подписано в печать 23.10.14. Формат 60х90 1/8.
Усл. печ. л. 53,5. Заказ № 1031. Тираж 300 экз.

Отпечатано в типографии ООО "Филигрань"
150049, г. Ярославль, ул. Свободы, 91.
тел. (4852) 98-27-05,
pechataet@bk.ru