РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. А. И. ГЕРЦЕНА
ФАКУЛЬТЕТ ГЕОГРАФИИ
НОЦ «ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»
ИНСТИТУТ ОЗЕРОВЕДЕНИЯ РАН
РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО

RUSSIAN STATE PEDAGOGICAL UNIVERSITY OF A.I. HERZEN
FACULTY OF GEOGRAPHY
REC «ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT»
LIMNOLOGY INSTITUTE OF RAS
RUSSIAN GEOGRAPHIC SOCIETY

География: развитие науки и образования
Geography: Development of Science and Education

I

Коллективная монография
по материалам Всероссийской, с международным участием,
научно-практической конференции LXXII Герценовские чтения
18-21 апреля 2019 года,
посвященной 150-летию со дня рождения В.Л. Комарова,
135-летию со дня рождения П.В. Гуревича,
90 -летию со дня рождения В.С. Жекулина

Collective monograph
on the materials of annual All-Russian with the international participation,
Scientific-Practical Conference LXXII Herzen readings 18-21 April 2019,
devoted to the 150 anniversary since the birth of V.L. Komarov,
to the 135 anniversary since the birth of P.V. Gurevich,
to the 90 anniversary since the birth of V.S. Zhekulin

Санкт-Петербург
2019

УДК 911.5

Печатается по решению Совета факультета географии РГПУ им. А. И. Герцена

Рецензенты:
Д.В. Севастьянов, Ал.А. Григорьев
Ответственные редакторы:
С.И. Богданов, Д.А. Субетто, А.Н. Паранина
Редакционная коллегия:
Л.Б. Вампилова, Д.А. Гдалин, Ю.Н. Гладкий, С.В. Ильинский, Е.Д. Краснова, В.Ф. Куликов, С.И. Махов, Л.Г. Мачавариани, В.Г. Мосин, Е.М. Нестеров, Л.А. Пестрякова, В.Д. Сухоруков
Техническое редактирование:
А.С. Баранов, М.А. Бахир, В.В. Брылкин, Л.Б. Вампилова, Р.В. Паранин, А.Н. Паранина, Е.Д. Краснова, В.Ф. Толкачева

География: развитие науки и образования. Том I. Коллективная монография по материалам ежегодной Всероссийской с международным участием научно-практической конференции LXXII Герценовские чтения, посвященной 150-летию со дня рождения В.Л. Комарова, 135-летию со дня рождения П.В. Гуревича, 90-летию со дня рождения В.С. Жекулина, Санкт-Петербург, РГПУ им. А.И. Герцена, 18-21 апреля 2019 года / Отв. ред. С.И. Богданов, Д.А. Субетто, А.Н. Паранина. – СПб.: Изд-во Астерион, 2019. – с. 547.

Geography: development of science and education. Part I. Collective monograph on materials of the annual All-Russian with the international participation, scientific and practical conference LXXII Gertsenovsky readings, devoted to the 150 anniversary since the birth of V.L. Komarov, to the 135 anniversary since the birth of P.V. Gurevich, to the 90 anniversary since the birth of V.S. Zhekulin. St. Petersburg, RSPU of A.I. Herzen, on April 18-21, 2019 / by edition S.I. Bogdanov, D.A. Subetto, A.N. Paranina. – St. Petersburg: Asterion, 2019. – c. 547.

Коллективная монография «География: развитие науки и образования» представляет новые результаты развития географии и географического образования в России и других странах. Монография отражает основные направления работы ежегодной научно-практической конференции Герценовские чтения, проведенной на факультете географии РГПУ им. А.И. Герцена 18-21 апреля 2019 г. Монография адресуется представителям географической науки и образования, специалистам в области географии, смежных естественных и гуманитарных наук. Материалы сгруппированы в два тома. Том I включает вступительную главу и разделы: 1. физическая география: направления, методы и междисциплинарные исследования; 2. полярные исследования и пути освоения Арктики; 3. исследования меромиктических озёр России; 4. современные проблемы теоретической и прикладной лимнологии и гидрологии; 5. эволюционная и историческая география, ритмика процессов и явлений. Том II включает разделы: 1. геоэкология, природопользование и охрана окружающей среды; 2. социально-экономические системы и географические аспекты глобализации; 3. развитие географического образования; 4. регионоведение, краеведение, туризм, природное и культурное наследие.

Материалы публикуются в авторской редакции

978-5-00045-696-5
978-5-00045-697-2

© Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2019
© Институт озероведения РАН, 2019
© РГО, 2019
© Авторы статей, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Богданов С.И.
Приветствие участникам конференции……..…….. 9

УЧИТЕЛЬ И БУДУЩЕЕ

Баринова И.И.
О результатах реформирования образования (на примере географии)…… 10
Баркова Э.В.
Философско-поэтический диалог человека с Землей в творчестве О. Сулейменова.. 14
Вампилова Л.Б.
Роль исторической географии в исследовании проблем преобразования ландшафтов в работах В.С. Жекулина……. 22
Гладкий Ю.Н.
Отечественная прикладная география и рыночная экономика…….. 29
Голубчиков Ю.Н.
Два типа фронтира в имиджевом продвижении Америки и России……. 34
Григорьев Ал.А.
География в зеркале литературы и искусства…….…… 45
Гришаева Ю.М., Ткачева З.Н., Митрофанова Т.Л.
О проблеме экокультурной идентичности личности в цифровом образовании.. 53
Куликов В.Ф., Шелухина О.А.
Наука и практика в естественнонаучном образовании. К 150-летию академика В.Л. Комарова……. 57
Мунич Н.В., Хлебосолова О.А.
Персоналии в методике географии: Николай Трофимович Черкунов (1844-1905)… 60
Нестеров Е.М., Соломин В.П.
Системность геоэкологической науки и ее теоретические основы…….. 65
Ретеюм А.Ю.
Земля в Солнечно-Юпитерианской системе…… 70
Соколова А.А.
Образовательный проект «Ойкумена: образовательный проект «Ойкумена: моделирование и анимация»……. 75
Сухоруков В.Д.
Принцип ценностной неслучайности географического образования……. 80

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И СМЕЖНЫЕ НАУКИ: НАПРАВЛЕНИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Абрамов Д.В., Никифоровский А.А.
Исследование поверхности карстовых водосборов с помощью цифровых моделей рельефа……. 85
Андронаке И.К.
Фрактальный анализ динамики лесных районов на румынском побережье Черного моря…….. 90
Анохин В.М., Егоров А.Ю. Тюрина А.А, Волкова Д.В.
Опыт проведения регионального линеаментного анализа в группах …….. 100
Атутова Ж.В.
Сукцессии растительности на залежных землях Тункинской котловины…….. 107
Батраченко Е.А. Лукашова О.П.
Особенности состояния почв пойменных ландшафтов курской области (на примере Суджанского района)……. 111
Безруких В.А, Макарова Л.Г.
Ландшафты, геологическое строение и рельеф города Красноярска, как осно-

ва развития градостроительства ……..…… 115
Биличенко И.Н.
Ландшафтная структура горно-таежных геосистем Байкальской Природной территории и основные факторы ее нарушения ……..…….. 123
Васильев М.С.
Особенности аномалий спектрального распределения АОТ по данным солнечного фотометра (Aeronet) в Якутске за период 2004-2017 гг…….. 126
Гайдукова Е.В.
Районирование критерия устойчивости решений гидрологической модели..…. 130
Епифанов В.А.
Древние «гидровулканы» и позитивный вариант их влияния на биосферные «аномалии»…….…… 135
Зиборова С.М., Греков И.М.
Применение ГИС для визуализации морфометрических характеристик рек Северного Кавказа……..…… 143
Квачантирадзе Э.П, Терехова С.И.
Тенденция изменения климата в Европеской части России по 40° восточной долготы……..…….. 146
Коломиец В.Л.
Рельеф и покровные осадочные толщи урочища Сал-Хит (Хэнтэйское нагорье, Восточная Монголия)…… 151
Лазарева М.А.
Климат как фактор почвообразования в условиях Ленинградской области…… 156
Лебедев И.И.
Возможности ГИС для оценки цунамиопасности побережья на основе палеоданных (на примере бух. Триозерье и бух. Валентина (Японское море))…… 161
Макаров С.А, Белозерцева И.А, Власова Н.В., Воробьева И.Б.,
Гагаринова О.В., Опекунова М.Ю.
Современное состояние устьев рек Южного и Юго-Западного побережья озера Байкал……..…….. 165
Макунина Г.С.
Реликтовые криогенные структуры в современном почвенном покрове лесной, лесостепной и степной зон вне области современного распространения многолетней мерзлоты…….. 170
Масликова О.Я., Дебольский В.К., Грищук И.И., Долгополова Е.Н., Ионов Д.Н.
Зависимость деструктивных процессов в русле реки, в том числе на повороте, от числа Рейнольдса…….……..…… 174
Михневич Г.С., Лосева В.М.
Изменение гидрометеорологических условий Юго-Восточной Балтики в период 1975-2017 гг…….…….. 179
Песочина Л.С.
Археологическое почвоведение: становление, проблемы и перспективы развития 183
Рященко Т.Г., Рыжов Ю.В., Ухова Н.Н., Штельмах С.И.,
Макаров С.А., Опекунова М.Ю.
«Аналитический кластер» при изучении овражной эррозии……... 188
Смирнов Л.В., Рыжова В.А., Гришканич А.С.
Исследования околоводной атмосферы в ИК области на предмет установления коэффициента пропускания с помощью лидарного зондирования……... 192
Толкачева В.Ф., Кошелева Е.А., Демидионов М.Ю.
Использование геоинформационных систем для создания интерактивных картографических сервисов…….. 197
Трофимец Л.Н., Чаадаева Н.Н., Петелько А.И.

Доставка наносов с распахиваемых склонов в ложбины и балки в бассейне верхней Оки…… 200
Фрумин Г.Т., Маркина Л.А.
Динамика разнообразия рыбного населения озера Воже……... 205
Чернов А.В.
Рельеф Центральной Сахары и его динамика…….. 208
Шевченко В.П., Стародымова Д.П., Белоруков С.К., Боев А.Г., Коробов В.Б., Лохов А.С., Яковлев А.Е.
Рассеянное осадочное вещество в снежном покрове Приморского района Архангельской области в конце зимнего периода……. 213
Шенгелия Л.Д., Кордзахия Г.И., Тваури Г.А., Дзадзамия М.Ш.
Влияние текущего изменения климата на большие ледники Грузии……... 218

ПОЛЯРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОСВОЕНИЕ АРКТИКИ
Алагузова Н.А.
Инженерно-геоморфологические изыскания при проектировании и строительстве линейных и площадных объектов на территории Сабетта……. 227
Волгин А.В., Волгин Д.А., Андреев К.В., Шильнов А.А.
Арктическая зона России. Региональные уровни социально-экономического развития…….. 233
Голикова А.А., Кондратов Н.А.
Перспективы использования альтернативных источников энергии в Арктической зоне России…….. 241
Евсеев А.В., Красовская Т.М.
Потенциальные конфликты природопользования при освоении Северо-Якутской опорной зоны развития Арктики России…… 245
Жуковина М.Г.
Открытые вопросы об освоении Севера…….. 250
Кондратов Н.А.
Формирование системы государственного управления развитием Арктической зоны РФ в XX-XXI веках…… 254
Ржавская И.А.
Экологические проблемы Арктики: изменения климата и ледового покрова…. 259
Сидорчук А.Ю.
Вероятность разрушения инфраструктуры Новопотровского месторождения на Ямале овражной эрозией…….. 264
Ушакова В.Л.
Современные тенденции демографического развития районов Крайнего Севера Дальнего Востока…….. 268

ИССЛЕДОВАНИЯ МЕРОМИКТИЧЕСКИХ ОЗЁР РОССИИ
Василенко А.Н., Ефимов В.А., Сазонов А.А., Фролова Н.Л.
Новые данные о гидрологии меромиктического озера Могильное (О. Кильдин, Баренцево море)…….. 273
Вахрамеева Е.А.
Гранулометрический срстав донных отложений меромиктических озер…… 278
Горбунов М.Ю., Уманская М.В.
Карстовые меромиктические озера лесной зоны Среднего Поволжья……. 282
Горин С.Л., Попрядухин А.А., Коваль М.В.
Меромиктические озера на морских берегах Камчатки……. 286
Демиденко Н.А., Саввичев А.С., Воронов Д.А., Краснова Е.Д.
Гидрологический режим и экологические условия меромиктических водоемов губы Канда, отделенных от Белого моря дамбой…… 292

Джелали П.А., Гагарина А.В., Стрелков П.П.
Изоляция беспозвоночных и рыб в морских озерах……... 298
Емельянцев П.С., Жильцова А.А., Краснова Е.Д., Воронов Д.А., Пацаева С.В.
Измерение концентрации бактериохлорофиллов по спектрам поглощения проб воды из меромиктических водоёмов, отделяющихся от акватории Белого моря 303
Жильцова А.А., Воронов Д.А., Краснова Е.Д., Вахрамеева Е.А., Кокрятская Н.М., Лосюк Г.Н., Емельянцев П.С., Харитонов Д.А., Пацаева С.В.
Тонкая структура бактериальной пластины по данным оптических измерений в оз. Трёхцветном в марте 2019 г…….. 308
Жильцова А.А., Воронов Д.А., Кокрятская Н.М., Краснова Е.Д., Лосюк Г.Н., Пацаева С.В.
Изучение меромиктических озер Кандалакшского залива Белого моря по спектрам флуоресценции бактериохлорофилла…….. 313
Иванова А.В.
Проблема экстраординарного соотношения полов в популяциях животных меромиктических водоёмов (на примере мидий P. Mytilus)…….. 318
Кокрятская Н.М., Чупаков А.В., Титова К.В.
Система стратифицированных озер р. Светлая (Беломорско-Кулойское плато). 324
Краснова Е.Д., Воронов Д.А., Пацаева С.В., Фролова Н.Л.
Живые реликты: прибрежные озёра, отделяющиеся от Белого моря…….. 329
Лосюк Г.Н., Краснова Е.Д., Кокрятская Н.М., Воронов Д.А.
Основные гидрологические параметры Большие Хрусломены (Кандалакшского залива Белого моря)…… 334
Репкина Т.Ю., Кублицкий Ю.А., Леонтьев П.А., Зарецкая Н.Е., Беличенко А.Е., Романенко Ф.А., Шилова О.С., Перетрухина А.О., Щербаков Д.А., Яковлева А.П.
Озера Летнего берега Белого моря: механизмы и хронология изоляции……. 337
Стрелков П.П.
Острова океана. Могильное и другие озера……. 342
Шилова О.С.
Распределение диатомей в поверхностных осадках меромиктического озера Еловое, Карельский берег Белого моря…… 345

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ЛИМНОЛОГИИ

Баранова А.Р., Кагукина С.А., Решин Н.А., Тимофеева Л.А.
Оценка прозрачности Ладожского озера по снимкам спутника Landsat-8…… 349
Беляков В.П., Бажора А.И., Семенов А.В.
Влияние популяций крупных двустворчатых моллюсков на состав, структуру и функциональные характеристики литорального зообентоса оз. Красного…... 354
Городничев Р.М., Пестрякова Л.А., Ушницкая Л.А., Левина С.Н., Давыдова П.В., Перепелица И.М.
Качество воды озерных экосистем севера Якутии (результаты диатомового анализа) 358
Дудакова Д.С., Петухова М.Д., Мухин И.А.
Особенности пространственного микрораспределения организмов мейобентоса в песчаной литорали южного района Ладожского озера…… 363
Ермолаева Н.И., Феттер Г.В.
Факторная экология зоопланктона лимнических систем юга Западной Сибири 368
Иофина И.В.
Оценка состояния водных грибов Ладожского озера в связи с воздействием природных и антропогенных факторов…… 372
Левина С.Н., Федулова М.И., Нигматуллин Н.М., Давыдова П.В., Городничев Р.М., Пестрякова Л.А.
Гидрохимические параметры воды и таксономический состав диатомовых

водорослей полигональных водоемов мониторингового участка ГПЗ «Кыталык» (бассейн реки Индигирка)……. 377
Перетрухина А.О., Репкина Т.Ю., Леонтьев П.А., Кублицкий Ю.А., Зарецкая Н.Е., Субетто Д.А., Кузнецов Д.Д., Шилова О.С., Демидионов М.Ю., Щербаков Д.А., Тумская В.В.
Изучение донных отложений Мураканского и Малого Мураканского озер Онежского полуострова Белого моря. Первые результаты…… 381
Петрова Т.Н.
Распределение фосфора в воде Ладожского озера по результатам многолетнего мониторинга…… 386
Родионова Н.В.
Сезонные изменения зоопланктона прудов Михайловского сада в условиях воздействия ультразвука…… 391
Снытко В.А., Семенов М.Ю., Семенов Ю.М.
Содержание металлов в поверхностных водах Южного Прибайкалья, как следствие ландшафтно-геологических условий……. 395
Шахвердов В.А., Шахвердова М.В.
Особенности изотопного состава углерода газовых кристаллогидратов оз. Байкал.. 399

ЭВОЛЮЦИОННАЯ И ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ, РИТМИКА ПРОЦЕССОВ И ЯВЛЕНИЙ
Белобров В.А.
Опыт реконструкции маршрутов средневековых новгородских дорог с целью выявления типоразмеров вёрст, применявшихся на территории бывшей Новгородской республики в XVI-XVII вв……. 403
Борисова О.К., Панин А.В.
Короткопериодные климатические колебания в горных районах юга Сибири в позднем голоцене…….. 407
Быков Н.И.
Особенности лесопользования кочевников Алтая в древности и средневековье 412
Вдовина И.А.
Географическое пространство на карте мира: история цивилизации…….. 416
Воронова Т.С.
Анализ особенностей размещения населения Москвы в нач. XIX – нач. XX вв. 421
Герцен А.А., Костовска С.К., Нестерова Т.П., Паскарь Е.Г.
Эколого-географические и историко-географические исследования современной структуры ландшафтов (на примере центральных и восточных регионов Европы).. 425
Глебова А.Б., Сергеев И.С., Чистяков К.В.
Ландшафтно-археологические исследования в среднем течении р. Эрэгтийн-гол (северо-западная Монголия)…….. 430
Греков И.М., Кублицкий Ю.А., Сырых Л.С., Субетто Д.А., Леонтьев П.А., Соколова Н.В., Брылкин В В., Орлов А.В., Панов И.В., Новик А.А., Зерницкая В.П., Власов Б.П., Суховило Н.Ю., Напреенко-Дорохова Т.В., Кузнецов Д.Д.
Предварительные результаты исследования природных условий на территории южной периферии валдайского оледенения в позднем плейстоцене и голоцене 435
Губин В.Н., Архипенко Т.В.
Роль плейстоценовых оледенений в формировании залежей нефти на территории запада Русской плиты……. 439
Дьяконов К.Н., Ретеюм А.Ю.
179-летние циклы на севере Западной Сибири…….. 444
Епифанов В.А.
Космические циклы – метроном эволюции Земли……. 448
Жаворонкова Д. Ю., Жаворонков Ю.М.

Историческая география военного похода великого князя Василия II и княжича Ивана III на северо-восток Руси зимой 1452 года, отраженная в русских летописях. 455
Лазарева Н.Н.
Динамика ландшафтов юго-восточной Прибалтики под влиянием природных и антропогенных факторов…… 459
Марсадолов Л.С., Паранина А.Н.
О необходимости изучения цвета камней на археологических памятниках наследия……. 464
Песочина Л. С.
Ритмичность процессов почвообразования в степной зоне юга Русской равнины во второй половине голоцена…….. 471
Потахин М.С., Белкина Н.А.
Особенности генезиса котловин и строения донных отложений озер Карелии.. 476
Рыжов Ю.В., Голубцов В.А., Опекунова М.Ю.
Ритмичность осадконакопления и почвообразования в бассейне р. Куйтунки (западное Забайкалье) в позднеледниковье и голоцене……. 482
Рыжов Ю.В., Опекунова М.Ю., Макаров С.А.,
Рященко Т.Г., Ухова Н.Н., Штельмах С.И., Овчинников И.Ю.
Развитие эрозионно-аккумулятивных процессов в овражно-балочной системах Западного Забайкалья в позднеледниковье и голоцене…….. 487
Севастьянов Д.В., Сапелко Т.В., Науменко М.А., Бойнагрян В.Р.
Высокогорные озера как индикаторы ритмики природных процессов…… 491
Собисевич А.В.
Ландшафтные исследования А.А. Борзова в районе верхней Волги…… 497
Тихоненко А.П.
Методы пробоподготовки костной ткани для радиоуглеродного датирования: достоинства и недостатки…….. 501
Турковский П.С., Мурзина А.В., Макаров Д.К, Ремизова С.Т
Предварительные результаты микропалеонтологического исследования донных отложений болота Бесовского……. 504
Харитонов А. М.
Географический образ древней Руси в традициях западной и восточной географической науки…… 509
Чеботарева В.А
Позднеледниковые отложения в разрезе низкой террасы на юго-западном побережье Онежского озера…….. 514
Чемезов В. Е.
Опыт сопоставления карт Герарда Меркатора с современной картой северо-востока России…… 518
Шаталова А.Е., Кублицкий Ю.А., Субетто Д.А., Розентау А., Лудикова А.В.,
Соколова Н.В., Сырых Л.С.
Изучение голоценовых трансгрессий Балтийского моря на территории Карельского перешейка…… 524
Шишкина Д.Ю.
Ландшафтно-экологические факторы заселения Подолья-Приазовья в XVI-XIX вв. 528
Эрман Н.М., Низовцев В.А.
Начальные этапы социоестественной истории бассейна верхней Волги……. 533
Юнина В.П. , Сидоренко М.В.
Роль исторического фактора в формировании природно-зональных границ бореального экотона Нижегородского Поволжья…….. 538
CONTENT…….. 542



Глубокоуважаемые коллеги!

Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена гордится своими традициями, которые складывались веками. На протяжении последних ста лет весомый вклад в содержательное наполнение российского и мирового образовательного пространства вносят сотрудники университета, связанные с преподаванием географии.

Разносторонние связи университета с достижениями великих ученых и мыслителей прошлого, деятельностью организаторов науки и образования XX века, с ведущими научными школами третьего тысячелетия ярко передают доклады, подготовленные к Герценовским чтениям на факультете географии и опубликованные в настоящей монографии.

Конференция 2019 года напоминает о том, что фундаментальной основой прогрессивного развития человека и человечества остается уважение к Учителю. «Учитель стоит у истоков будущего» – эта мысль связывает воедино все представленные здесь доклады и перекликается со словами нашего недавно ушедшего современника Андрея Дементьева:

Не смейте забывать учителей.
Пусть будет жизнь достойна их усилий.
Учителями славится Россия.
Ученики приносят славу ей.

Ректор РГПУ им. А. И. Герцена,
доктор филологических наук, профессор С.И. Богданов

УЧИТЕЛЬ И БУДУЩЕЕ

TEACHER AND THE FUTURE

О РЕЗУЛЬТАТАХ РЕФОРМИРОВАНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ГЕОГРАФИИ)

И.И. Баринова

д.п.н., профессор кафедры методики преподавания географии МПГУ, главный редактор журнала «География и экология в школе XXI века», i.barinova@rambler.ru

ON THE RESULTS OF EDUCATION REFORM (BY EXAMPLE OF GEOGRAPHY)

I.I. Barinova

Ph.D., Professor, Department of Geography Teaching, Moscow State Pedagogical University, Editor-in-Chief, Geography and Ecology at the School of the XXI Century

Аннотация. В статье обозначены проблемы реформирования образования в России. На примере географии показаны первые негативные результаты, которые привели к снижению качества знаний, утрате уважения к родной земле и традиции, и могут иметь серьезные последствия в будущем.

Ключевые слова: реформа образования, общественное мнение, география, развитие личности, прогрессивное развитие.

Введение

Реформа (от лат. *reformo* – преобразовываю) преобразование, переустройство, изменение какой-либо стороны общественной жизни; формально – нововведение любого содержания, однако реформой называют более или менее прогрессивное преобразование.

Предлагаю проанализировать затянувшееся на долгие годы реформирование отечественного образования именно с точки зрения того, что прогрессивного принесли они в нашу школу.

Я излагаю собственное мнение, которое поддерживают и многие учителя географии. Горькие плоды реформирования советской системы образования, одной из самых совершенных и эффективных в мире, мы пожинаем уже много лет.

На первом этапе, в «лихие 90-е» нас пытались убедить в несовершенстве советской системы образования, доказывали, как она была нехороша, как она учила «не тому», а именно – коллективизму, патриотизму, порядочности. Это были ненавистные реформаторам черты из Морального кодекса строителя коммунизма, которые, естественно не нужны и не востребованы при переходе к капитализму. Нам внушали, как важно формировать личность, как будто не было в отечественной педагогике К.Д. Ушинского, А.С. Макаренко, В.А. Сухомлинского, О.С. Газмана, А.В. Петровского, А.А. Бодалева, И.В. Дубровиной и многих других крупных ученых, разрабатывавших теорию формирования личности.

Следующий этап отличался уже существенными действиями: произошло внедрение Болонской системы в высшую школу, заимствование «прогрессив-

ных технологий обучения» и в высшей, и в средней школах, а именно рейтинги, тестирование, ЕГЭ, дистанционное обучение и прочее. Введение ЕГЭ было оправдано созданием якобы одинаковых условий для поступления в вузы всех школьников страны. И вначале предлагалась эта форма по выбору, наравне с традиционными экзаменами. Нас убеждали, что ЕГЭ играем роль «социального лифта». Но известно, куда ведут благие намерения. В результате ЕГЭ стал обязательным для всех, что вызвало протест педагогической и родительской общественности, поскольку эта форма аттестации не самая удачная для целого ряда предметов. Появились частные школы и вузы. В международном рейтинге вузов наши университеты занимали низшие строчки. Нас пытались убедить в неэффективности и слабости российского образования, хотя отток наших специалистов на работу в страны развитой демократии свидетельствовал о другой оценке нашей образовательной системы.

Третий этап – внедрение ФГОС и одновременно очень «демократичное разрешение» школам работать по собственным программам, что на деле означало принуждение готовить рабочие программы для каждого образовательного учреждения. Таким образом фактически была создана ситуация хаоса, при котором выполнить требования стандарта (т.к. в широком смысле *стандарт – это образец, эталон, модель*) стало практически невозможно. И не только потому, что учителя должны были писать свои рабочие программы, т.е. были загружены бумажной волокитой, а потому, что в некоторых школах просто исключали географию из старших классов, произвольно сокращали часы на изучение важных мировоззренческих тем, отказывались от системы практических работ, ссылаясь на рекомендованный учебный план.

Кроме того, принцип демократии срабатывал и в области УМК – издатели поняли, какое это прибыльное дело – учебники, рабочие тетради – и устроили соревнование по созданию линеек учебников, своеобразный «парад издательских суверенитетов». Максимальное число таких линеек по географии достигло 9. Рекордсменами были математики и историки. Последние очень «принципиально и демократично» оспаривали результаты Второй мировой войны, представляя агрессором СССР и сравнивая коммунизм с фашизмом.

Слово «патриот» стеснялись произносить. Из процесса образования была отброшена воспитательная составляющая, без которой система образования не может быть успешной, поскольку с давних пор известно, что не объем знаний превращает школьников в Граждан Отечества.

Но самый сокрушительный удар по образованию был нанесен тогда, когда образование превратили в *услугу*. Такое «нововведение» нанесло колоссальный удар по авторитету Учителя, понижению его социального статуса со всеми вытекающими отсюда последствиями. Отношения учитель - ученик, учитель - родитель, учитель - общество были катастрофически испорчены. Несмотря на поток слов о роли учителя в обществе, даже проведение Года учителя в РФ, положение дел только ухудшило. Мы помним, как начался Год учителя – с показа весьма сомнительного фильма Гай-Германики о школе; с причисления учителей к коррупционерам и т.п. Подушевое финансирование превратилось в создание огромных, слабоуправляемых комплексов, в которых при всем желании не-

возможно осуществить нормальный образовательный процесс, тем более воспитывать школьников. Фильм «Школа» стал «суперпроектом по дебилизации и деморализации учеников», разрушением представлений о нравственности, пропагандой вседозволенности.

Якобы демократизация процесса управления школами привела к невиданному доселе давлению органов управления образованием на администрацию и учителей школ. Бесчисленные отчеты и проверки, электронные журналы параллельно с обычными, требования участвовать во всех олимпиадах, конкурсах, постоянно размещать информацию о разных мероприятиях на сайтах и т.п., и т.д.

И что же в итоге такого реформирования мы имеем?

Количество часов на географию в учебном плане сократилось до 9 часов, причем в 10-11 классах география отсутствует. В результате выросло не одно поколение выпускников, для которых география в лучшем случае остается набором картинок из Сети и отчетов видеоблогеров о путешествиях.

В процессе обучения преобладает подготовка к ОГЭ и ЕГЭ, т.к. по их результатам судят об успешности учителя, школы, принимают в вуз. И мало кого из руководства беспокоит, что учащиеся стали плохо и мало читать, безграмотно писать, скудно излагать свои мысли, разучились сравнивать и анализировать. Да, вопреки, а не благодаря реформам, российские школьники побеждают на международных олимпиадах, потому что еще остались знающие профессионалы, которые умеют учить, а не натаскивать.

Возникли трудности с проведением учебных и учебно-познавательных экскурсий из-за сложности их оформления.

В последние годы усилилось внимание к воспитательной работе в школах. Во многом благодаря РГО стали проводиться географические школьные экспедиции, конкурсы, всероссийские географические диктанты. Такие перемены радуют. Но даже это никак не повлияло на положение предмета в учебном плане школ.

Как показал опыт последних лет, тьютер может воспитать только креативного менеджера, мечтающего о месте чиновника и улучшении личного благополучия.

Учителям-энтузиастам, походникам, краеведам, путешественникам практически не дают возможности работать, т.к. любой выезд детей за порог школы – это необходимость сбора множества разрешений от администрации, медиков, родителей.

К сожалению, уже выросло поколение «Иванов, непомнящих родства», которые плохо знают историю, географию, литературу своей Родины, ее ученых, писателей, художников, военноначальников, космонавтов, спортсменов, актеров. И именно такое поколение уже приходит в школу в качестве учителя. Как они будут работать? Какие идеи проповедовать? Чему учить? И в чем их вина, если им прививали пренебрежительное отношение к России, к своему народу, внушали, что надо жить по западным меркам, что у нас все плохо.

Школа – зеркало общества. Это лишний раз доказывают соцопросы школьников о том, какую профессию они для себя хотели бы выбрать. Все чет-

ко по этапам. 90-е годы – бандиты и дамы «с низкой социальной ответственностью». Начало нулевых – юристы и банкиры. После 2008-2010 гг. – менеджеры, чиновники, депутаты стали наиболее привлекательными профессиями.

И мало кто из современных школьников мечтает стать инженером, учителем, врачом, строителем, космонавтом. Недавно в День Космонавтики один мой знакомый, который занимается картографической и географической подготовкой отряда космонавтов, с горечью заметил: «Современные школьники мечтают теперь полететь не в космос, а на Багамы…»

Каким бы высоким не было развитие техники, человек всегда должен оставаться ЧЕЛОВЕКОМ, со всеми присущими настоящему человеку качествами – состраданием, милосердием, совестью любознательностью, добротой, стремлением помочь ближнему. И никакой самый современный компьютер не сможет заменить ребенку мудрого и доброго учителя, учителя – друга, а не тьютора и ментора. Школа должна быть для ребенка вторым домом, тогда будет меньше конфликтных ситуаций и жутких историй о детских драках и избиении учителей…

Министр просвещения РФ О. Васильева отмечала на Международной конференции «Большие данные: новые возможности мониторинга образования», которая проходила в Москве в феврале с.г.: «*Мы являемся сторонниками осторожного, взвешенного и сбалансированного подхода в вопросах интеграции современных цифровых технологий в учебный процесс».*

К 2029 году нехватка педагогов в России может вырасти до 188,7 тыс. человек, если не предпринимать необходимые меры по привлечению молодых педагогов в школы (из заявления О. Васильевой на III Международной конференции по управлению качеством образования). Не очень радостная перспектива. И как тут не вспомнить слова выдающегося ученого академика, физика и философа Н.Н. Моисеева о том, что в будущем самым развитым и прогрессивным обществом будет то, в котором наиболее развита система образования, система подготовки Учителя.

Вопрос к размышлению

Завершить хочется мыслями об образовании наших великих соотечественников. «Не нужно доказывать, что образование – самое великое благо для человека. Без образования люди грубы, и бедны, и несчастны» – писал Н.Г. Чернышевский.

«Учение – только свет, по народной пословице, оно же и свобода. Ничто так не освобождает человека, как знание» – считал И.С. Тургенев.

Вот и подумайте, почему так «реформируется» наше образование.

Литература

[1] Федеральный закон об образовании в Российской Федерации [электронный ресурс] / Документы РФ: интернет - портал актуальных документов законодательства РФ. URL https://dokumenty24.ru/zakony-rf/zakon-ob-obrazovanii-v-rf.html (Дата обращения 11.03 2018) https://dokumenty24.ru/zakony-rf/zakon-ob-obrazovanii-v-rf.html

[2] Федеральные государственные образовательные стандарты [электронный ресурс] / ФГОС Интернет-портал. URL https://fgos.ru/ Дата обращения 09.03 2019.
[3] Концепция духовно-нравственного развития и воспитания личности гражданина России. [электронный ресурс] / Московский городской методический центр. URL http://mosmetod.ru/metodicheskoe-prostranstvo/nachalnaya-shkola/inklyuzivnoe-obrazovanie/fgos/kontseptsiya-dukhovno-nravstvennogo-razvitiya-i-vospitaniya-lichnosti-grazhdanina-rossii.html. Дата обращения 05.03.2019.

S u m m a r y. The article highlights the problems of reforming education in Russia. At the geography example, the first negative results were shown, which led to a decrease in the quality of knowledge, loss of respect for the native land and traditions, and may have serious consequences in the future.

ФИЛОСОФСКО-ПОЭТИЧЕСКИЙ ДИАЛОГ ЧЕЛОВЕКА С ЗЕМЛЕЙ В ТВОРЧЕСТВЕ О.СУЛЕЙМЕНОВА

Э.В. Баркова
РЭУ им. Г.В. Плеханова, г. Москва, barkova3000@yandex.ru

PHILOSOPHICAL AND POETIC DIALOGUE BETWEEN MAN AND EARTH IN THE WORK OF O. SULEIMENOV

E.V. Barkova
Plekhanov Russian University of Economics, Moscow

Аннотация. В логике экофилософии обосновано место поэтического измерения в концепции природного и культурного наследия. Возрастающая роль вдохновенно-возвышенного диалога человека с Землей в процессе освоения планетарного пространства раскрыта как условие сохранения богатства чувственного мира человека на материале творчества казахского поэта, филолога-культуролога, публициста, общественного деятеля и дипломата О.О.Сулейменова.
Ключевые слова: экофилософия, человек, экология человека, Олжас Омарович Сулейменов, поэтическое освоение Земли, чувствознание, пространство.

Введение

Целеполагающие стратегии научного исследования Земли и изменяющегося сегодня «культурного глобуса» вместе с введением в научный оборот новых фактов и концепций предполагают расширение спектра форм их освоения, необходимых для познания Жизни и планетарного бытия как целостности. Установки анализа природного и культурного наследия в этом смысле совпадают с экофилософскими задачами тех направлений географии, педагогики, философии и практики преподавания, которые направлены на сохранение человеческого мироотношения, противостоящего техночеловеческому.

Но сложившаяся в современной науке система взглядов все больше дистанцируется от представлений о целостности мира, сосредотачиваясь в основном на изучении ее текстово-символических аспектов. Вследствие этого происходит своеобразный перекос в мышлении, в результате которого гуманитарные науки, как и развитие общей культуры личности *занимают в общественном со-*

знании все более периферийные позиции, а потому нравственно-эстетическое отношение к судьбе Земли, забота о ней, переживание ее прошлого оказываются все более абстрактными и незначительными. Поэтому не случайно возникает вопрос: «*понимаем ли мы язык, на котором она (природа Земли – Э.Б.) с нами разговаривает? Можем ли мы свои действия и решения выразить на ее языке?*» [5. С. 9]. Действительно, способна ли наука к диалогу с Землей? И будет ли в перспективе субъект-прагматик дорожить Жизнью, наследием и продолжать созданное в прошлом? Будет ли способен к состраданию природе и сохранит ли *человеческое* отношение к самому себе и к миру?

Методология исследования

Отсюда вытекает актуализация методологии не только экофилософии и экоэтики, но и *экоэстетики*, в содержании которой может быть поставлена проблема самоценности гармонии и красоты применительно к Земле и биогеокультурогенезу, для исследования которого востребовано *чувствознание*, раздвигающее возможности изучения наследия [1].

Предмет исследования

На основе чувствознания возрождается мысль о *научном взгляде на планетарное бытие человечества и его наследие как вдохновенном процессе работы человеческого духа,* поэтика и интуиции которого оказываются столь же значимыми, как и интеллект. Поэтика освоения жизни здесь – не нечто отдельное, периферийное, а часть научного подхода, необходимая для формирования целостного взгляда на мир.

В этом контексте симптоматичным для экофилософского анализа является творчество известного с 1960-х годов, – прежде всего, поэмой «Земля, поклонись человеку!» – советского, а сегодня казахского поэта *Олжаса Омаровича Сулейменова (родился в 1936 году).* О. Сулейменов – поэт-философ, филолог-культуролог, исследователь-этимолог, крупный общественный деятель и дипломат, публицист, киносценарист, особенности мышления которого характерны как феномен, демонстрирующий поэтический диалог человека с Землей.

Эко-антропологические и философско-мировоззренческие аспекты творчества О. Сулейменова

Любопытный факт: еще заканчивая в конце 1950-х годов геологический факультет Казахского университета, Олжас Сулейменов написал дипломную работу, открытие в которой базировалось на *поэтическом мышлении*. «Образность подсказала ему оригинальное решение. Через время открытие геолога-Сулейменова, «не пригодившееся» советской науке, совершили американские учёные» [15. с. 188].

Подчеркнем, поэтому, проходящий через все творчество поэта крупный жизнезащищающе-ответственный взгляд на бытие, определивший особенности мышления поэта-«государственника» в высоком смысле этого слова. «Я считаю, что литератор, особенно поэт, постоянно работает с обществом и на общество. Поэтому так или иначе его деятельность впрямую связана с политикой. Мы мыслим категориями «народ», «страна», «государство», «мир», «вселен-

ная», «жизнь»... [14]. А потому и космос для него – не пространство освоения только инновационных технологий, а мир мечты, устремленности человека ввысь, к Солнцу. Поэма О.Сулейменова «Земля, поклонись человеку!» в нашем наследии, поэтому, – характерный для 60-х годов XX века тип видения мира, всего пространственно-временного континуума Земли, включая форму ее мировосприятия, с ее пафосом, эмоциональным выражением высокого начала.

Уже начало текста – свидетельство нерасторжимого единства Земли, человека-героя, тяготения к звездам, высокого начала жизни, природы (сокол, реки, поля), культуры (прекрасное, что создал человек).

Разгадай:
Почему люди тянутся к звездам!
Почему в наших песнях
Герой — это сокол!
Почему все прекрасное,
Что он создал,
Человек, помолчав.
Называет — Высоким!
Реки вспаивают поля.
Города над рекой —
В заре,
И, как сердце, летит Земля,
Перевитая жилами рек. [10]

Человекосохраняющий смысл поэтики самого бытия Земли и смысл человеческой жизни в образах и концептах О.О.Сулейменова **– лишь две стороны, органично связывающие человека, космос, природу.** А высокое начало поэтики как утверждение вертикали модели мироздания оказывается, поэтому, выражением формы развития универсальной эволюции, частью которой является человек.

Открытая много тысяч лет назад, эта идея на каждом историческом этапе, однако, становится предметом мысли, требуя доказательств не только рационально-интеллектуальных, но и подверждений чувство-разума и высокого полета фантазии. В поэме «Земля, поклонись человеку!» путь жизни открывает высокий смысл связи реального земного пути жизни с дорогой к звездам. Сегодня именно на этом пути открываются и условия сохранения накопленных ценностей жизни, включающие и самоценность человечества, каждого народа, человека.

Нелегко,
Но ты должен найти
Путь,
Что в сердце до звёзд
Донес,
Путь земной — продолженье пути
До сегодняшних ярких звёзд... [10].

Опережая позднее сформулированные концепции глобализации и того ценного, что вызревало в контексте общей социокультурной формы XX века, он, связывая *глобальное и локальное,* показывает востребованный тип их *связи на «высокой ноте»,* возможной всегда лишь в немногих «духовных аристократах» Земли. По мысли другого поэта – Евгения Евтушенко, Олжас Сулейменов «не только стал *духовным аристократом степи*, показав, какой она была в лучших ее людях, даже не знающих иностранных языков, зато умевших разговаривать с ковылем или перекати-полем, со свими лошадьми, понимавшими их с полуслова. Он показал собой, какими могут быть *казахи всемирного полета*, каким стал он сам, обладая мышлением не только узкопланетарным, но и земшарным». [4, с. 17].

Субъект диалога с Землей. С этой, «земшарной» точки зрения решает О.Сулейменов и вопрос о «национальной идее», понимая ее в контексте выражения *идеала* человека. В воспоминаниях О. Сулейменова о поэте Борисе Слуцком есть интересный момент: при первой встрече Б.А. Слуцкий, который писал в это время стихотворение, посвященное его другу, турецкому поэту Назыму Хикмету, попросил О. Сулейменова подарить ему одну строчку – «Ребята, судите по мне о казахах». О.Сулейменов с легкостью это сделал, и у Слуцкого родилась глубокая поэтически-философская формула – судите народ по поэту.

Только так и *судите народ –*
по поэту.
Только так и учите язык –
по стихам. [8]

В этом отношении и традиции культурной географии, в которых осваивалось геокультурное пространство, свидетельствуют о том, как в их содержании проявлялся масштаб субъекта, способного или не способного к диалогу с Землей «на высокой ноте». Развивая эту поэтическую логику, О. Сулейменов подчеркивает и другой аспект.

Так, уже не только в поэзии, но в своих философско-филологических работах и публицистике, он, как, например, это сделано в «Улыбке бога», показал, насколько важными в структурах мышления являются универсалии, общие понятия, и к каким драматическим следствиям для судеб народов ведет их снятие, когда непостижимое приносится в жертву зримому**.** *«Долой абстракции – «вселенная», «мироздание», «планета Земля»... Есть почва под ногами. Она поддаётся тычковой сохе.* Взращивай кукурузу конкретности и – *никакого «мирового древа»,* «рационального зерна»!.. Но за это время мы не раз убеждались – *без того, «что было», не узнать «что есть»* [12].

Преодолев ограниченность поверхностно-позитивисткого мышления, О.Сулейменов, выступает сегодня уже в качестве высокообразованного философа, ставшего точным камертоном нашей эпохи. В стихотворении *«Красное и черное»* он показывает неизбежность поворота к фашизму при отказе от этого категориального ряда «абстракций» – «вселенная», «мироздание», «планета Земля». Взяв в качестве эпиграфа слова Ф. Ницше «Нет ничего истинного – всё дозволено», О.О. Сулейменов резко и со всей определенностью выполняет ра-

боту, которую еще не сделала наука: он находит точные слова для демонстрации следствий утраты фундаментальных философских категорий в науке и жизни – *расчеловеченье.*

Fas – высшее право в римском законодательстве.
Fas est – «Всё дозволено».
Римские полководцы посылали свои войска
На варварские города, вооружив легионы правом: Fas!
Fas! – погружайте клыки: мир – для вас!
Fas! – на чужую жизнь и имущество нет запрета!
Fas! – это блеск суженных злобой глаз…
Расчеловеченье ЭТО.
И вспыхнули в Риме XX века
скрещённые молнии фразы – Fas ist!
Да! *первый философ в чёрной рубашке*
Был лингвист….
Он был историк.
Он – в чёрной рубашке –
Он – против чёрных…
Он был истерик:
«Нам всё дозволено!!!»
Даже логика и аналогия…
…Fas est!
Но есть под Брестом, есть один окоп…
Избитый пулями багровый бруствер…
Залитый кровью фас великих пруссий,
И мой, не защищённый каской, лоб.
Нерв обнажён, открыто сердце там,
Туда – мои пути, дороги, тропы…
И где б я ни был, я – в окопе том!
Последний мой рубеж меня торопит…[13].

Сегодня это особенно актуально для сохранения надежды на перспективы жизни человека на Земле, для сохранения высокого начала и понимания его включенности в связи современного мира: мира Земли и человека, культуры и природы.

Я прошу:
Человечество, не забудь,
Что ты стало сегодня
Значительно старше.
Мир,
Земля,
Шар земной –
Сочетание слов,
Сочетанье народов.
Солнце
Сердцем бьётся в земле.

Оно верит.
Мы сами
себя для жизни растим. [10].

Солнечное начало в образах и концепции О. Сулейменова – это не только поэтически-вдохновляющий образ. Он самостоятельно и независимо от исследователей, исходящих из научных представлений и аргументов [2, 6], открывает роль Солнца как высокого в прямом и переносном значении начала жизни, как идеала, ориентира-основы бытия, исходного пункта формирования языков и символа культуры. Начав изучать исторический процесс становления и развития языков на Земле, он самостоятельно убеждается, что «никаких сведений по происхождению первых алфавитов (финикийского и арамейского) не сохранилось. Поэтому исследователям приходится накапливать косвенные свидетельства и умозаключать. Авторы книг по истории письма в итоге сошлись во мнении, что тот чудак просто сам сочинил, нарисовал буквы и назвал их произвольно. Но я увидел, *что алфавит состоит в основном из знаков солнца и «солнечных» животны*х – корова, баран, вол, верблюд. То есть не быков. Ибо бык – «лунное» животное. …Я вспомнил, что кочевники после долгих межплеменных войн вырубали на скалах, валунах знаки священных светил и почитаемых животных» [7. с. 17].

Концепцию солярной навигации как универсального инструмента ориентации человека в пространстве, роли Солнца как основы жизни на Земле и его сакрализации в культурах мира аргументированно развивают в современной науке А.Н. Паранина и Р.В. Паранин. Исследуя солнечный календарь как средство ориентирования и формируя навигационную концепцию географического пространства, они показали, что «народные традиции, уходящие корнями в астрономические достижения каменного века и *сохраняющие живую связь с космосом, – ключ к истокам современной культуры, основанным на высших* ценностях Природы и Жизни… Древняя традиция предлагает вспомнить о том, что каждый человек прекрасен и повторить всем людям напутствие, которое мари говорят каждой молодой паре: «Живите как боги!» [6, с. 196]. С этим мировоззрением совпадает страстность и энергия слов О. Сулейменова:

Люди!
Граждане всей вселенной!
Гости галактик!
Хозяева Шара!
Вы не хотите
пропасть бесследно?
Живите,
Живите,
Живите с жаром!
Живите, люди!
Живите, люди.
…Чтобы потомки это запомнили —
Преодолейте земные тяжбы!

Реки, вспаивайте поля!
Города,
вставайте в заре!
Пусть, как сердце, летит Земля,
Перевитая жилами рек! [10].

Исходящее из такого солнечно-поэтического взгляда изучение текстов, созданных в прошлом и в современной культуре, позволило О. Сулейменову сделать открытия, в которых получили развитие эко-антропологические идеи, свидетельствующие о единстве всех народов Земли, а потому принципиальной возможности сохранения и развития их взаимосвязей [9, 11].

Нет Востока,
И Запада нет.
Нет у неба конца.
…Два сына есть у отца.
Нет Востока,
И Запада нет.
Есть
Восход и закат,
Есть большое слово –
ЗЕМЛЯ!
Большое на всех языках [10].

Выводы

Таким образом, поэтический тип мироотношения, волнение за будущее человека и то, что О. Сулейменов называет макро – и микропоэзией – все это позволяет глубже понять наследие, фундаментальность связей и роль диалога человека и Земли. Включение поэтического измерения в научные исследования, которые строятся на основе экофилософии и экоэстетики, позволяет корректировать направления теории наследия с учетом норм *высокой* культуры человека и законов Природы, а также укреплять статус эко-антропологической парадигмы в современной науке [3].

Литература

[1] *Баркова Э.В.* Биогеокультурогенез как методологический регулятив в целях и структурах экологического образования. / Добродеевские чтения - 2018 II Международная научно-практическая конференция. Отв. ред. Ю.М. Гришаева. – М.: МГОУ. 2018. С. 205-208.

[2] *Баркова Э.В.* Солнце в культуре: к исследованию континуальных оснований связи природного и культурного наследия. / Природное и культурное наследие: междисциплинарные исследования, сохранение и развитие Коллективная монография по материалам IV Международной научно-практической конференции. – СПб.: РГПУ имени А.И. Герцена. 2015. С. 14-20.

[3] *Баркова Э.В.* Феникс как образ экофилософии возрождения-xxi: к развитию еонцепции циклизма в континууме природы и культуры. / География: развитие науки и образования Коллективная монография по материалам Международной научно-практической конференции LXIX Герценовские чтения, посвященной

115-летию со дня рождения Станислава Викентьевича Калесника. Ответственные редакторы: В.П. Соломин, В.А. Румянцев, Д.А. Субетто, Н.В. Ловелиус. – СПб.: РГПУ имени А.И. Герцена. 2016. С. 12-17.
[4] *Евтушенко Е.А.* Цит. по: Поговорим о делах чудаков. Слова не придумываются произвольно. / Литературная газета. 2018. № 27. С. 16-17.
[5] *Кузнецов О.Л. ,Кузнецов П.Г., Большаков Б.Е.* Синтез междисциплинарных знаний и устойчивое развитие в системе Пространство-Время. – М.: Изд-во Русского космического общества. 2018. – 276 с.
[6] *Паранина А.Н., Паранин Р.В.* Космическое измерение человечества – основа взаимодействия географии и экофилософии. / Право и практика. 2018. № 3. С. 191-197.
[7] Поговорим о делах чудаков. Слова не придумываются произвольно // Литературная газета. 2018. № 27. С. 16-17.
[8] *Слуцкий Б.А.* Сегодня и вчера. – М., 1963. // http://www.wysotsky.com/0009/304.htm
[9] *Сулейменов О.* Аз и Я. Книга благонамеренного читателя – М.: Библиотека Олжаса. 2014. – 364 с
[10] *Сулейменов О.О.* Земля, поклонись человеку! // https://www.stihi.ru/2011/09/10/3523 _текст.
[11] *Сулейменов О.О.* Тюрки в доистории (о происхождении древнетюркских языков и письменностей). – Алматы: Атамұра, 2002.- 320 с.
[12] *Сулейменов О.О.* Улыбка бога //
(https://litresp.ru/chitat/ru/%D0%A1/sulejmenov-olzhas-omarovich/ulibka-boga
[13] *Сулейменов О.О.* Черное и красное // http://olzhas-sulejmenov.ru/chernoe-i-krasnoe/
[14] *Сулейменов О.* Каждый поэт создает свой глобус
//https://rg.ru/2005/09/22/suleymenov.html
[15] Цит по: Бишева С. Произведения авторов из стран ШОС и БРИКС на башкирском языке. / Ватандаш. 2015. № 6. С. 183-192

S u m m a r y. In the logic of ecophilosophy the author shows the place of poetic dimension in the concept of natural and cultural heritage. The article reveals the increasing role of inspirational and sublime dialogue between man and the Earth in the process of planetary space development as a condition for preserving the wealth of the sensual world of man by the material of creativity of the Kazakh poet, philologist-culturologist, publicist, public figure and diplomat O. Suleimenov.

РОЛЬ ИСТОРИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ В ИССЛЕДОВАНИИ ПРОБЛЕМ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЛАНДШАФТОВ В РАБОТАХ В. С. ЖЕКУЛИНА

Л.Б. Вампилова
ЛГУ имени А. С. Пушкина, г. Санкт-Петербург, histgeolbv67@gmail.com

THE ROLE OF HISTORICAL GEOGRAPHY IN THE STUDY OF LANDSCAPE TRANSFORMATION IN THE WORKS OF V. S. SAKULINA

L.B. Vampilova
Pushkin Leningrad State University, St. Petersburg

Аннотация. Статья посвящена памяти нашего учителя В.С. Жекулина, которому в апреле этого года исполнилось бы 90 лет. В течение 8 лет (с 1976 по1983 гг.) Владимир Сергеевич заведовал кафедрой физической географии, был председателем лиссертационного совета в ЛГПИ им. А.И. Герцена. Ученики, коллеги и друзья один раз в десятилетие, к знаменательным датам, издают сборники статей, посвященные памяти большого ученого, основателя нового направления в исторической географии – Исторического ландшафтоведения. Наряду с указанным направлением В. С. Жекулин стоял у истоков развития геоэкологии и мелиоративной географии, в становлении и развитии которых обнаруживается важность использования сведений исторической географии.
Ключевые слова: ландшафтоведение, историческая география, история науки.

Ученый, Учитель, Общественный деятель – вице-президент Русского географического общества – В. С. Жекулин

Владимир Сергеевич Жекулин – выдающийся деятель российской географической науки, крупный ученый и не только в области исторической географии. Его научные интересы сводились, в первую очередь, к разработке теории и методов географической науки, были связаны и с исторической географией, благодаря которой, он рассматривал проблему взаимодействия общества и природы через призму времени– пространства. Увлеченность ретроспективным анализом изменения природной среды способствовала его быстрой проникновенности идеями геоэкологии, позволила принять участие в становлении нового направления – экологизации географии, причем настолько глубоко, что переименовали геофак ЛГУ, деканом которого он был с 1984 г – в факультет географии и геоэкологии [8,9].

На наш взгляд, прогрессивные настроения В.С. Жекулина в развитии экологизации географической науки были связаны и обусловлены его увлеченностью исторической географией. Направление исследований под общей идеей «взгляд в прошлое ради будущего» было методологической основой прогнозирования изменений в ландшафте. Сегодня представление о науке исторической географии с позиции географа выглядит так: историческая география – междисциплинарное научное направление, использующее методы и сведения смежных наук для анализа взаимосвязей в триединстве «ландшафт-этнос-природопользование». Пространственно-временная основа построения историко-географического исследования включает информационную базу данных, историко-географическую периодизацию, историко-географическое районирование и оценку современного состояния ландшафтов как завершающий этап ис-

следования, что в совокупности определяет сущность историко-географического анализа и синтеза региона.

Будучи вице-президентом Русского географического общества Владимир Сергеевич уделял большое внимание исторической географии ландшафтов межгорных котловин. Первоначально это было руководство диссертациями аспирантов и поездки «с проверкой» в отдаленные районы гор Южной Сибири. Этот интерес к историко-географическим исследованиям ландшафтов горных территорий с «легкой руки» нашего научного руководителя становится предметом постоянного исследования коллектива кафедры физической географии и ландшафтного планирования СПбГУ на протяжении последних 35 лет.

Аспирантские годы исследований всегда проходили под чутким внимательным руководством нашего учителя: перед отъездом в экспедицию обсуждался план полевого изучения объекта диссертационного исследования, а по возвращению заслушивался отчет с представлением карт и профилей ключевых участков, а также результатов изучения архивных материалов по региону.

Развитие идей В.С. Жекулина в области исторической географии и его труды о роли исторической географии в изучении изменений и преобразовании природной среды

Исходные предпосылки для развития исторической географии изложены В. В. Докучаевым, который уделял внимание реконструкции ландшафтов. Перспективность этого направления в плане взаимодействия природных компонентов и жизни людей развивал академик Л.С. Берг, продолжателем историко-ландшафтных идей является академик С. В. Калесник. Продолжателем их идей, в свою очередь является В. С. Жекулин.

Ко времени становления В.С. Жекулина как ученого, историко-географа, указанное направление было недостаточно разработано в трудах отечественных исследователей. Можно сказать, что главным теоретиком исторической географии к началу 60-х гг. XX века был историк В.К. Яцунский, в трудах которого содержались аспекты истории изучения исторической географии и исторической картографии [12]. Ко времени выхода главного труда В.С. Жекулина [2] в области исторической географии после монографии В.К. Яцунского прошло почти 30 лет. Обе монографии названных ученых являлись крупными теоретическими исследованиями, однако созданными представителями разных научных направлений, что оказало влияние на специфику проведения подобных исследований и на их востребованность практикой.

Кроме работ В. К. Яцунского и его предшественников, а также непосредственных учителей на формирование взглядов В.С. Жекулина, как историко-географа оказали влияние региональные работы, посвященные отдельным компонентам природной среды – М.А. Цветкова, С.В. Кирикова. Благодаря их трудам возможно, утвердился его интерес к исторической географии. В качестве примера отраслевого исследования по истории использования лесных ресурсов Европейской части России, приведем известное изыскание М. А. Цветкова [11], где дана характеристика лесистости по отдельным частям России на начало

XVIII в., масштабы истребления лесов, связанные с различными видами хозяйственной деятельности.

В 50-60-х гг. XX века выходят работы С. В. Кирикова [7], которые представляют собой образец историко-географического изучения модификаций важного компонента ландшафта – животного мира. Установлено, что причина трансформации численности животных кроется в преобразовании природной среды под влиянием хозяйственной деятельности, в результате чего происходили неоднократные смены лесов «диких» «лесами пашенными». В качестве причины изменения численности видов животных автор указывает на разные события: политические гонения, войны, эпидемии – приводившие к запустению земель и последующему их повторному освоению. Таким образом, уничтожение мест обитания животных связывается с разными социальными факторами, что лишний раз подтверждает необходимость применения комплексного подхода к историко-географическому исследованию и указывает на связь с событийными процессами.

Монографии названных исследователей были посвящены историко-географическому изучению отдельных природных компонентов, в это же время появляется исследование А.Т. Харитонычева [10] – пример первого комплексного изучения конкретного региона в пространственно-временном аспекте. Работа содержит многочисленные примеры изменения природной среды под влиянием как природного, так и антропогенного фактора. Автор показал воздействие человека на ландшафты и установил специфические особенности преобразования геокомплексов за последние три - четыре столетия. В перечисленных работах освещены развитие, изменение и антропизация компонентов ландшафта, по объему приводимого фактического материала эти публикации смело можно назвать пионерными среди комплексных. Историческая география становится междисциплинарной, изучающей проблему исторического взаимодействия природы и общества, широко используются данные гуманитарных и естественных наук, применяется комплексный подход и историко-географическое направление признается перспективным. Последователями этого направления в географической науке являются Л. Г. Бескровный, С. И. Брук, М. В. Витов, Л А. Гольденберг, В. З. Дробижев, М. К. Любавский, Л. В. Милов, А. В. Муравьев, В. В. Самаркин, В. К. Яцунский и другие.

Первые публикации В.С. Жекулина в большей степени касались региональных историко-географических исследований по территории Новгородской земли. Появление монографий об изменении природных компонентов и ландшафтов под влиянием хозяйственной деятельности человека приводит к тому, что в физической географии появляется новое направление, обозначенное Ф. Н. Мильковым как антропогенное ландшафтоведение. Возникла необходимость историко-географического объяснения измененного ландшафта. Такие изыскания были проведены В. С. Жекулиным по древней Новгородской Земле и результаты стали примером проведения подобных исследований во многих регионах страны и за рубежом. Курс лекций посвященный изменению ландшафтов под влиянием хозяйственного освоения за историческое время можно назвать образцом комплексного историко-ландшафтного исследования [1], где

изучение процессов антропизации ландшафтов проводится в тесной взаимосвязи с историческими особенностями землепользования и со степенью их освоенности. Книга посвящена проблемам и методам исторической географии ландшафтов, является практическим подтверждением теории и содержит историко-географическую характеристику одного из природных округов. Указанный труд является комплексным историко-географическим исследованием ландшафта и содержит перечень вопросов, включающих характеристику всех компонентов ландшафта и его морфологическую структуру; современную и прошлую освоенность ландшафта с указанием пахотных, пастбищных и залежных земель, густоту населенных пунктов, людность поселений; ландшафтные типы расселения. Изложены основные исторические события, послужившие причиной создания центров заселения, оказавших влияние на степень освоенности. Работа включает также топонимические свидетельства об изменении ландшафтов [1]. Исследование топонимов для историко-ландшафтного изучения региона получило существенное продолжение в работах А.Г. Манакова, А.А. Соколовой и др.

А.Н. Демьяненко называет В. С. Жекулина пионером, сломавшим все предшествующие взгляды и сделавшим первый синтез в исторической географии. Усилиями многих исследователей сформировался естественнонаучный подход к определению предмета исторической географии.

Обсуждение результатов

Заслуга Владимира Сергеевича в развитии отечественной историко-географической науки сводилась к следующему: им впервые было утверждено и теоретически обосновано положение, что вопросы детерминирования ландшафтом процесса хозяйственного освоения – достояние исторической географии [1, 2, 5]. Проведение такого рода исследований необходимо осуществлять в пространственно-временном аспекте.

Второе: Учитель провел анализ и осуществил инвентаризацию отечественных и зарубежных публикаций по исторической географии за длительный период с констатацией времени появления новых перспективных направлений [2].

Третье: В.С. Жекулин обозначил необходимость создания историко-географической периодизации. Результатом историко-географических исследований, в числе прочих, является историко-географическая периодизация, имеющая большое значение в географической науке для ретроспективного анализа изменения природной среды, общества и природопользования за историческое время. Историко-географическая периодизация строится на сквозном анализе фактического материала, который позволяет выявить цикличность в освоении природных ресурсов, изменении структуры ландшафтов и последующей антропогенной перестройке геокомплексов. Главное назначение историко-географической периодизации – выявление временных границ в процессе хозяйственного освоения и заселения региона любого таксономического ранга, выделение хроносрезов. Она задает определенную классификацию и типологию, особым образом систематизирует материал. Посредством исторической периодизации выделяются отрезки времени, объединяющие и систематизиру-

ющие события, последовательность действий человека на природные комплексы. Новый исторический этап в освоении и природопользовании требует нового подхода к периодизации. Вероятно, на взгляды В. С. Жекулина в разработке этой проблемы оказали влияние публикации иностранцев, где впервые рассматриваются вопросы степени освоенности, длительность и давность освоения.

Четвертое: вопросам историко-географического районирования в работах В.С. Жекулина уделено большое внимание [2]. Историко-географическое районирование предусматривает использование подходов ландшафтной, этнографической и хозяйственной дифференциации региона, т.е. является интегральным видом, при котором одновременно происходит совмещение большого числа критериев. Это метод членения территории на таксоны, где получил отражение синтез сведений, учитывающих специфику взаимосвязей в триединстве «ландшафт-этнос-природопользование» на временные срезы, выделяемые при периодизации. Историко-географическое районирование – процесс дифференциации территории на таксоны на основе синтеза историко-географических сведений о процессе открытия, заселения и освоения территории, учитывающих специфику взаимосвязей в триединстве «ландшафт-этнос-природопользование» по временным срезам, выделенным при периодизации.

Пятое: В.С. Жекулин оценивал значение исторической географии для решения современных геоэкологических проблем и утверждал, что экологическая проблематика цементирует географические науки, стимулирует развитие комплексных подходов, в том числе системного» [3, 4, 5, 6]. Он оценивал значение географии для экологизации науки, был одним из авторов геоэкологической парадигмы в науке. Писал, что геоэкология – это наука о взаимоотношении человека с конкретными особенностями природной среды [5]. Геоэкология нужна и решает две задачи: воздействие внешних условий на ландшафт (детерминирует процесс хозяйственного освоения – ландшафтное детерминирование природопользования), акцентируя внимание на диагностике ее состояния, и воздействие физико-географических условий, в том числе ландшафта, на развитие биома.

Выводы

В. С. Жекулин метод регионального историко-географического анализа апробировал на примере Новгородской Земли, дав ее подробнейшую историко-географическую характеристику, основанную на комплексной оценке различных информационных источников [1, 2]. Это был первый, самый качественный историко-географический анализ региона в историко-ландшафтном направлении.

Наряду с топонимическими и археологическими сведениями (концентрация сопок в ландшафтах Новгородской Земли, принадлежавших ильменским славянам, свидетельствует о приуроченности их к местам базирования современных селений и о высокой степени современной освоенности этих мест) для историко-географического изучения ландшафтов Новгородской земли использовались исторические источники. Таким образом, В.С. Жекулин приводит раз-

ные свидетельства (топонимические, археологические, экономические, этнические, расселенческие и т.д.) о значении разнообразных источников, поставляющих информацию о влиянии процесса хозяйственного освоения на трансформацию ландшафтов, что свидетельствует о комплексном подходе к решению проблемы зависимости антропизации ландшафтов от длительной и интенсивной хозяйственной истории.

Для «взгляда в прошлое» необходимы палеогеографические сведения. С палеогеографическим направлением связана теория ритмичности природных процессов А. В. Шнитникова, являющегося основоположником научной школы в области исследования проблем ритмичности природных процессов и причинно-следственных связей во взаимодействии компонентов географической оболочки. Его последователи В. А. Зубаков, Е. В. Максимов и Н. В. Ловелиус разрабатывали учение о ритмической изменчивости элементов биосферы и ее природных ресурсов. На результатах этих исследований воспитано молодое поколение историко-географов, для которых основой изучения является история и закономерности формирования современных ландшафтов различных территорий России.

В.С. Жекулин неоднократно утверждал, что в историко-ландшафтных исследованиях необходимо применять палеогеографические методы: результаты спорово-пыльцевого, дендрохронологического, радиоуглеродного анализа, методы статистической обработки метеорологических рядов, позволяющие установить «следы» прошлых антропогенных воздействий.

В монографиях В. С. Жекулина [1, 2, 5] изложена история развития науки и показана ее роль в решении проблем преобразования природной среды, впервые проведена инвентаризация методов исторической географии. Осуществлена историко-географическая периодизация процесса хозяйственного освоения по природным округам, использование ландшафтов изучается с применением диахронического подхода.

Для современных исследований ландшафтов в целях проведения эколого-географической оценки регионов, понимания сути современных экологических проблем, разработки действенной политики управления природопользованием необходимо сопряженное изучение состояния природы, населения, хозяйства прошлых эпох. Использование метода ретроспективного анализа – один из возможных путей решения научной проблемы по оценке изменений природной среды, определению тенденций естественной динамики ландшафтов и их антропогенного преобразования.

Со времени публикации монографий В. С. Жекулина долгое время не было работ равных его исследованию. На рубеже XX - XXI веков увеличивается число ученых, приверженцев историко-географического направления в географической науке, появляется много новых публикаций, однако по-прежнему мало внимания уделяется теории регионального историко-географического анализа, необходимость разработки которого определена практикой.

Литература

[1] *Жекулин В.С.* Историческая география ландшафтов: курс лекций. – Новгород, 1972. – 228 с.
[2] *Жекулин В.С.* Историческая география: предмет и методы. – Л.: Наука, 1982. – 224 с.
[3] *Жекулин В.С., Лавров С.Б., Хорев Б.С.* Экологическая парадигма в географии и задачи Географического общества СССР. – Изв. ВГО, 1987, Т.119, вып. 6, С. 504-510.
[4] *Жекулин В.С.* Историческая география и геоэкология: грани сотрудничества. / География и современность. Вып.4. – СПб.: изд-во ЛГУ, 1988. С. 9-22.
[5] *Жекулин В.С.* Введение в географию: Учеб. Пособие. – Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1989. – 272 с.
[6] Историческая география на рубеже веков: Сборник научных трудов к 80-летию со дня рождения В. С. Жекулина (1929 - 1989). – СПб.: СПбГУ, 2010. – 242 с.
[7] *Кириков С.В.* Изменение животного мира в природных зонах СССР (XIII - XIX вв.): Лесная зона и лесотундра / С.В.Кириков. - М.: Изд-во АН СССР, 1960. - 157 с.
[8] След в географии. В.С. Жекулин (к 70-летию со дня рождения). – С.-Пб.: Изд. РГО, 1999. –176 с.
[9] *Соколова А.А.* Историческая география в постсоветский период. /VIII Царскосельские чтения: международная научно-практическая конференция. – СПб., 2004. – С. 40-46.
[10] *Харитонычев А.Т.* Роль хозяйственной деятельности человека в изменении ландшафтов Горьковского правобережья / А. Т. Харитонычев. - Горький, 1960. - 150 с.
[11] *Цветков М.А.* Изменение лесистости Европейской России с конца XVII столетия по 1914 год / М.А.Цветков. - М.: Изд-во АН СССР, 1957. - 214 с.
[12] *Яцунский В.К.* Историческая география. История ее возникновения и развития в XIV - XVIII веках. – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 328 с.

S u m m a r y. The article is dedicated to the memory of our teacher V.S. Zhekulin, who would have turned 90 years old in April of this year. For 8 years (from 1976 to 1983), Vladimir Sergeevich headed the Department of Physical Geography, was the chairman of the Lispert Council at the LGPI. A.I. Herzen. Pupils, colleagues and friends once a decade, to significant dates, publish collections of articles dedicated to the memory of a great scientist, the founder of a new direction in historical geography - Historical Landscape Studies. Along with this direction, V. S. Zhekulin was at the forefront of the development of geo-ecology and ameliorative geography, in the formation and development of which the importance of using information from historical geography is revealed.

ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ПРИКЛАДНАЯ ГЕОГРАФИЯ И РЫНОЧНАЯ ЭКОНОМИКА

Ю.Н. Гладкий
РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург, Gladky43@rambler.ru

RUSSIAN APPLIED GEOGRAPHY AND MARKET ECONOMY

Yu.N. Gladkiy
Herzen State Pedagogical University, St. Petersburg

Аннотация. Привлекается внимание к необходимости повышения практической роли географических наук в развития российской экономики на рыночной основе. Особый акцент делается на развитие социально-экономической географии, на состояние ее теоретико-методологического багажа, пригодного для использования в условиях рыночных преобразований. Среди наиболее перспективных направлений отмечаются те, которые имеют прямое отношение к острейшим вопросам взаимодействия общества и природы, а именно: рациональное природопользование, экономическое освоение новых территорий, реорганизация системы расселения и др.

Ключевые слова: прикладная география, конструктивная география, Стратегия пространственного развития, межрегиональные диспропорции

Введение

Связь географических наук с реальной жизнью – особая сфера научного осмысления, характеризующаяся неоднозначными оценками. Редкие современные публикации на эту тему, как правило, сводятся к отвлеченным рассуждениям о сущности «сотворчества человека с природой», к «переходу биосферы в ноосферу» и т.п. (см., напр.: [7]), в которых трудно отыскать истинный вклад в экономическое развитие страны в условиях рыночных преобразований. Конечно, многое зависит от финансового обеспечения научно-практических разработок, поскольку любая отрасль научного знания, претендующая на инициативные прикладные разработки, требует немалых финансовых затрат, оставаясь при этом не всегда прибыльной.

Между тем, прикладных научно-географических ведомств и организаций, обслуживающих реальное производство и рассчитывающих на свою долю в распределении федерального бюджета – считанные единицы. Фундаментальная же географическая наука напрямую связана с объемом чисто «символического» бюджетного финансирования и наличием тех планов и программ, которые утверждены государственными структурами. А учитывая тот факт, что практическое использование фундаментальных исследований непредсказуемо, надеяться в будущем на «благосклонность» государственного финансирования крупных географических проектов наивно.

Окидывая взглядом весь путь развития отношений географических наук с экономикой, нельзя не придти к выводу о том, что сегодня при выработке многих теоретико-методологических построений во главу угла еще не положены принципы формирования рыночной экономики, в том числе, отказ от директивного планирования.

Объекты и методы

Объекты исследования – географические исследования в РФ в условиях строи-

тельства рыночной экономики. Сложность избранных объектов исследования порождает множество методов, в совокупности образующих комплекс научных методов, среди которых выделяется логический, исторический, сравнительно-исторический, метод социологических исследований и др. Важная сторона нашего подхода – объективность, исключающая субъективное толкование результатов и позволяющая критически оценить степень валидности выводов.

Обсуждение результатов

Еще в 60-х гг. прошлого столетия неформальным лидером отечественных географов акад. Герасимовым И.П. (возглавлявшим институт географии Академии наук) были сформулированы концептуальные идеи нового научного направления «*конструктивная география*». (Вначале они были изложены в статье «Конструктивная география: цели, методы, результаты» (1966), а затем продублированы в его монографии «Советская конструктивная география» (1971). Побудительные мотивы этого шага ученый связывал с назревшей необходимостью перехода от описательно-объяснительной методологии географической науки к конструктивно-преобразовательной (по существу - *прикладной*, объединяющей естественно-исторические и социально-экономические подходы к исследованию динамики взаимодействия природы и общества).

Приведем цитату этого автора из опубликованной им позже статьи о роли конструктивной географии в научных исследованиях: «Конструктивная… география появилась в последнее десятилетие вместе с эпохой НТР, когда задачи географической науки стали намного сложней – они должны были охватывать сферу деятельности многих отраслей хозяйства в их общем взаимодействии и изменении многих компонентов природы и общества на территории очень обширных и разнообразных районов. Как правило, для решения этих практических задач оказались необходимыми новые теоретические знания о вчера еще неизвестных закономерностях, новые научные подходы, методы исследований и новые формы выдачи результатов научных работ [1, с. 3].

Конструктивная география оставила зримые следы в развитии СССР. С одной стороны, имел место лавинообразный поток псевдотеоретических открытий новых принципов, законов и закономерностей социалистического размещения производительных сил (вплоть до закона «равномерного размещения производства по всей стране» и социалистической и капиталистической «теорий народонаселения»). Был осуществлен во многом спорный комплекс исследований по перспективной переброске части водного стока северных рек в южные засушливые регионы СССР (трудно даже представить экономические и экологические последствия реализации таких проектов после распада Советского Союза).

С другой стороны, в стране были осуществлены обширные исследования по учету природно-ресурсного потенциала, успешно формировались ТПК при непосредственном участии географов, происходило хозяйственное освоение новых территорий, выносились конкретные предложения о совершенствовании системы расселения на территории страны и о приоритетных направлениях размещения производительных сил, размещения отдельных отраслей матери-

ального производства и т.д. Несмотря на зашкаливающую социоморфность советской общественной географии, ее практические достижения сегодня достойны уважения.

Параллельно преувеличивалась конструктивная роль «природоцентрического» учения о геосистемах в познании природно-технических ландшафтов из-за …исключения самого человека из геосистемной теории. Как известно, геосистема, по мнению ее «отца-фундатора» - *природное единство,* и эту позицию его последователи считают незыблемой, своеобразно трактуя категорию «очеловеченного ландшафта» и допуская присутствие человека в геосистеме лишь в специфической культурно-психологической форме, откровенно пренебрегая при этом оригинальными концепциями Н.Н. Моисеева, Л.Н. Гумилева и других авторитетных ученых, отстаивающих принцип коэволюции человека и природы как совместного развития, где человек - *неотъемлемая часть биосферы*.

У нас нет желания продолжать бесплодную полемику на эту тему [2, с. 251-258]. Подчеркнем в этой связи лишь одно: демонстрация достижений прикладной географии на базе «неочеловеченной» теории геосистем нам представляется малоубедительной. Попутно заметим: поскольку универсальная приставка «гео» уже «присвоена» представителями естественной географии, то, общественная география автоматически как бы уже лишается права на геосистемный анализ. (По-видимому, не случайно теория так и не получила ожидаемого резонанса в западной географической науке).

Сегодня вопрос о практической отдаче географических исследований в условиях строительства рыночной экономики остается крайне «неудобным» для нашего сообщества, поскольку яркие примеры подобного рода привести затруднительно. Разумеется, в стране есть имена, в чьих работах, выполненных в русле прикладной географии (как физической, так и общественной), рассматриваются конкретные возможности предложений, разработанных на базе собственных теоретических изысканий. Но такие имена можно пересчитать на пальцах одной руки. Многим трудно уйти от чрезмерного абстрагирования своих построений и не избежать отхода от жизненных реалий. Прежде всего, это замечание относится к общественной географии.

Определенные надежды, в этой связи, могут возлагаться на реализацию Стратегии пространственного развития страны до 2025г. (утвержденной правительством 14. 02.2019 г.), с учетом таких ее целей, как *обеспечение устойчивого и сбалансированного пространственного развития России* и *сокращение межрегиональных различий в уровне и качестве жизни людей*. В этом документе излагаются принципы, приоритеты и основные направления пространственного развития государства, сценарии развития, перспективные центры экономического роста, обрисованы новые контуры макрорегионов, определены перспективные экономические специализации субъектов Федерации [8]. Частичное участие общественных географов в разработке Стратегии порождает приятные чувства, но не более того.

Пока нет ясных механизмов, с помощью которых удастся сократить уровень межрегиональной дифференциации в социально-экономическом развитии субъектов Федерации, снизить внутрирегиональные различия, придать импуль-

сы экономического развития зафиксированным в Стратегии «перспективным центрам экономического роста», обеспечить устойчивый прирост населения на Дальнем Востоке и т.д. Ведь рыночная экономика и региональное планирование не всегда взаимодействуют «синхронно», и частно-государственное партнерство не регулируется из Федерального центра.

Консервация регионов на разных ступенях социальной иерархии, которая «увековечивает» неравные жизненные шансы их населения, становится небезопасной для территориальной целостности страны - федеральной, мультиэтничной, обладающей гигантскими пространствами. Кстати, органами государственной власти соответствующие документы принимались и в предыдущие годы (напомним Федеральный закон от 28.06.2014г. «О стратегическом планировании в Российской Федерации», №172-ФЗ, Указы Президента №13 от 16.01. 2017г. «Об утверждении Основ государственной политики регионального развития Российской Федерации на период до 2025 года» и №204 от 7.05. 2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» и др.), однако острота проблемы межрегионального неравенства не только не ослабла, но усилилась.

Разумеется, участие географов в подготовке Стратегии пространственного развития страны - далеко не единственная сфера, где они могут внести достойный вклад в практическую реализацию географических идей. В числе приоритетных исследовательских поисков географов – как естественного, так и общественного «профилей», остаются, в частности:

- теория и практика рационального природопользования, с акцентом на исследование экологических факторов и экологического потенциала (особенно в Арктике, тайге, в пределах высоко урбанизированных территорий);
- эколого-географические особенности расселения населения и освоения территорий [3];
- проблемы опасной трансформации урбанизированной среды РФ и превращения «капитализации пространства» в ключевой вектор жилищного строительства в современной России [4, 5];
- роль ренты столичного статуса и штаб-квартир монополий в «разбухании» Москвы и С-Петербуга в усилении межрегионального неравенства [4];
- использование богатого опыта в разработке теории территориально-производственных комплексов применительно к формированию рыночно ориентированных отраслевых и региональных кластеров и др.

Выводы

Развитие географических наук, как и любых других, обязано происходить под влиянием практики и одновременно подчинятся внутренней логике функционирования. Уход из «повестки дня» директивной экономики и приход рыночной несколько смещает акценты в выборе приоритетов географических исследований. Последние, утверждающие слитность и нерасчлененность природы и общества, неизбежно будут востребоваться властями. В этих условиях отечественной прикладной географии рано «почивать на лаврах», тем более что их накоплено мало.

Литература

[1] *Герасимов И.П.* Вклад конструктивной географии в проблему оптимизации воздействия общества на окружающую среду. / Известия Всесоюзного географического общества. Т.114. Вып 3. Л., 1982. - С. 3-12.

[2] *Гладкий Ю.Н.* Гуманитарная география. Научная экспликация. СПб, изд Санкт-Петербургского государственного университета, 2010. 663с.

[3] *Гладкий Ю.Н*. К вопросу об оптимизации межрегиональных пропорций в России: опасный разброс мнений. / Социально-экономическая география /Ассоциация российских географов обществоведов. - 2014, №3. С. 41-50.

[4] *Гладкий Ю.Н.* Роль ренты столичного статуса в усилении межрегионального неравенства / Вестник ЗабГУ. 2014, № 10. С. 106-115.

[5] *Гладкий Ю.Н., Махова И.П., Гладкий И.Ю.* О рисках трансформации урбанизированной среды России. / Общество. Среда. Развитие. 2017, № 1. С. 29-33.

[6] *Гладкий Ю.Н.* Капитализация урбопространства как ключевой вектор жилищного строительства в современной России. / Вестник Ассоциации российских географов-обществоведов. Социально-экономическая география. – 2018. №7. – С. 33-42.

[7] *Напрасников А.Т., Дмитриева В.Т., Напрасникова Е.В*. Сотворчество человека с природой: проблемы прикладной географии XX-XXI вв. / Успехи современного естествознания. 2016., №2. – С. 170-176.

[8] Стратегии пространственного развития до 2025 года. Утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 февраля 2019 г. №207-р.

S u m m a r y. The attention is drawn to need of increase in a practical role of geographical sciences in development of the Russian economy on a market basis. The particular emphasis is placed on development of social and economic geography, on a condition of its teoretiko-methodological baggage suitable for use in the conditions of market transformations. Among the most perspective directions those which have a direct bearing on the sensitive issues of interaction of society and the nature are noted, namely: rational environmental management, economic development of new territories, reorganization of a system of resettlement, etc.

ДВА ТИПА ФРОНТИРА В ИМИДЖЕВОМ ПРОДВИЖЕНИИ АМЕРИКИ И РОССИИ

Ю.Н. Голубчиков
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, golubchikov@list.ru

TWO FRONTIER TYPES IN IMAGE PROMOTION AMERICAS AND RUSSIA

Yu.N. Golubchikov
Moscow State University M.V. Lomonosov, Moscow

Аннотация. Предложен сравнительно-страноведческий анализ западноевропейского (англо-американского) и восточноевропейского (русско-сибирского) типов фронтира. Выявляются общность и различия между ними. Покорение Сибири рассматривается с позиции продолжения национально-освободительной борьбы русского народа от татаро-монгольского владычества. Указывается, что во всей всемирной истории невозможно указать другой подобный пример окончательного завоевания столь обширных пространств с таким сложным этническим составом, в столь короткий срок и таким ничтожным количеством людей, как русскими казаками Сибири до Тихого океана за 60 лет. В то же время, англоевропейцам для того, чтобы освоить территорию Северной Америки от Атлантического до Тихого океана, понадобилось около 350 лет. Но русская территориальная экспансия не стала национальным триумфом. Анализируется роль фронтира в имиджевом продвижении стран.
Ключевые слова: фронтир, территориальная экспансия, коренные народы, метисизация, землепроходцы, империи, города, степь, колонизатор, татаро-монгольское иго.

Начало европеизации земного шара

Мистически одновременно приступают русские и западноевропейцы к построению крупнейших в мировой истории империй. Испанцы снаряжают в 1492 г. экспедицию Колумба, а португальцы в 1497 г. Васко да Гама. В тот же 1497 год на полуостров Лабрадор высаживается итальянский мореплаватель Джон Кабот, находившийся на английской службе. Чуть позже и французы пристают к северо-восточным берегам Америки.

В то же время царь Иван III посылает в 1499 г. за Камень (Урал), в низовья Оби сухопутную экспедицию под предводительством Семена Курбского. Одна из её целей – поиск путей в Китай. Другая задача – покарать вогулов и остяков, предков нынешних хантов и манси, за их набеги на Пермь.

В одно и то же почти время Ермак отправляется в 1581 г. в Северную Азию, а Ричард Гринвилл основывает в 1555 году первое английское поселение в Северной Америке. Через два-три столетия эти разнонаправленные потоки схлестнутся на берегах Тихого океана. А пока европейцы быстрыми шагами идут к установлению связей между всеми берегами всего мира. Испания и Португалия на этом пути создают огромные, но недолговечные империи. На их обломках возникают тоже не так долго просуществовавшие Голландская, Английская и Французская колониальные державы. Русь же в этом восхождении превращается в Российскую Империю, которая преемственно дожила вплоть до Беловежских соглашений, когда и ее народы оказались разделенными пограничными дозорами, таможенными постами и армиями.

Между западноевропейским и восточноевропейским (русским) колонизаторами много общего. В их метрополиях не выращивали ни кофе, ни пряностей, ни какой-либо иной культуры, пользующейся спросом на мировом рынке. Там, откуда они вышли, недра не хранили ни золота, ни серебра, ни алмазов, ни каких-либо иных ценных в тот период полезных ископаемых. Главнейшей ценностью их отечеств были люди, их удальство, мобильность и предприимчивость.

В каких еще странах так много людей могло отправиться по собственной воле в путь, не рассчитывая вернуться домой? Когда еще столько их шло в неизведанные дали с целью обрести там свой дом? Может быть, только в V веке – времени Великого переселения народов в евразийской степи.

Впрочем, народы стран вдоль европейских окраин, видя перед собой свободные воды Атлантического океана или неподвластные мощным государствам земли за Уралом, неизбежно должны были задаться вопросом: а не могут ли, известные по чудесным рассказам Марко Поло страны, находиться всего в одном - другом месяце пути? В то время по Европе ходили упорные слухи о близости к восточным пределам «Московии» границ Индии и Китая. В самом деле, кто бы мог подумать о существовании между Европой и Китаем таких преград, как Америка или Сибирь?

Землепроходцы

Слово «Украина» не имело до революции этнического значения и означало лишь «окраину». У России тех времен было много пограничных «украин», например, «сибирская украина». В XVI-XVII вв. на «сибирскую украйну» хлынули небольшие (иногда в несколько человек) ватаги выносливых и смелых людей. Их основу составляли служилые люди: казаки, стрельцы, пушкари, а кроме того вольный народ и «промышленные люди». Дерзко и отчаянно проникали они на «от века неслыханные земли», наскоро укреплялись там зимовьями и острожками, торговали с «мирными» и вступали в ожесточенные схватки с «немирными иноземцами». В исключительно суровой обстановке захватили и связали они с Московским царством Сибирь. За этими «служилыми» и «охочими» людьми закрепилось название «землепроходцы».

Походы были не только по суше, но и по рекам и морям, «кочами». Кочами назывались небольшие одномачтовые суда, на которых можно было ходить только по ветру. Продвигаясь на кочах к Колгуеву, Вайгачу, Шпицбергену, (Груманту) Новой Земле, архангельские поморы воспринимали встречавшиеся во время их промыслов в «Студеном море» острова как свидетельство близости «Нового Света» или «Новой Земли», нависающей над Евразийским материком. Гипотетическая «Новая Земля» все чаще связывалась с Америкой. Имеются, данные, что русские поморы ходили к берегам Аляски еще во времена Ивана Грозного [13].

«Они терпели кораблекрушения, и исчезали бесследно, не оставив о себе ни единой памятки, и зимовали не по разу в местах, называемых ныне полюсами холода, и теряли рассудок в полярных ночах.... Они выходили в пути крепкими и телом и духом казаками, готовыми к любым лишениям, из которых едва

ли могли предвидеть и десятую часть, и они заканчивали их, кому удавалось закончить, людьми какой-то особой, сверхъестественной силы и выдержки, людьми, под которыми должна была приклониться земля. После них подобных людей, кажется, уже и не случалось…

Можно быть уверенным, что не только корысть направляла казаков и не только, что уж благородней, дух соперничества в первенстве двигал ими, но и нечто большее. Здесь было словно волеизъявление самой истории, низко склонившейся в ту пору над этим краем и выбирающей смельчаков, чтобы проверить и доказать, на что способен этот полусонный, по общему мнению, и забитый народ» - Валентин Распутин [19].

Встречали землепроходцев не плясками и песнями, а копьями и стрелами. Никому не хотелось ни дани платить, ни родной земли отдавать. Располагая огнестрельным оружием, казаки, разумеется, имели на своей стороне преимущество в столкновениях с некоторыми народами, но его значение не следует переоценивать. Страх перед огнестрельным оружием в Северной Азии испытывали лишь отдельные, наиболее изолированные группы коренного населения. Да и те стремились поскорее заполучить в свои руки невиданное оружие и довольно быстро научались им владеть. Например, те же юкагиры уже при первых столкновениях с русскими обстреливали их из пищалей, взятых у убитых служилых. Захватившие в 1731 году Нижнекамчатский острог камчадалы, завидев приближающихся русских, «стали по них из острогу палить из пушек и из мелкого оружия» [16].

Иные сибирские племена умело использовали стрелы со смертоносным ядом. Стрелками же сибирские жители были отменными и попадали из лука в едва различимую монетку. Тяжелые, до полутора метров в размере, луки растянуть под силу было не каждому. Зато выпущенная из них стрела с черными перьями пробивала доспехи, как яичную скорлупу. Хорошо владели и пращой. Чукчи, метая ею камни, «щиты дощанные пробивали и котлы».

Весь поход на Сибирь был по существу не столько охотничьим походом за соболями, как его обычно рисуют, сколько продолжением непрерывной 400-летней войны с Золотой Ордой. Именно 400-летней, поскольку считать победой русских лишь освобождение от дани Золотой Орде, все равно, что праздновать победу в Великой Отечественной войне со дня выдворения фашистов за пределы СССР, а не со взятия Берлина и Праги. *Лишь с покорением Сибири окончательно пала угроза татаро-монгольского владычества над Русью. Правильнее, впрочем, было бы именовать его сибиро-монгольским. Волжские татары (булгары) как раз первыми в Восточной Европе оказали серьезное сопротивление вышедшему из забайкальских степей чингисханову полчищу. Конечно многие из булгар впоследствии служили у победителей и ходили с ними на Русь, но также служили у них и русские, участвовавшие с Батыем и его преемниками в походах на Европу, Китай, Иран, Кавказ. Из русских состояли и лучшие отборные части монгол, покорявшие Китай в 1328 году [17]. Так что в Сибирь русские впервые вошли **н**е с Ермаком – ко времени его похода там уже проживало немало слившихся с местным населением потомков русских пленных.*

Два типа фронтира

В 1600 г. северная часть Северного полушария была известна в следующих границах: на западе в Америке – почти только одно атлантическое побережье (приблизительно до 75 градуса з.д.); на востоке граница известного – линия рек Таза и Оби (приблизительно 85 градус в. д.). Через 100 лет, в 1700 г., европейцы в Америке перевалили Аппалачи, достигли Великих озер и подвинулись приблизительно на 20 градусов долготы, т.е. до 95 градуса з.д. Между тем, казаки Ивана Москвитина уже в 1639 г. выходят к Охотскому морю. Еще через 9 лет русские ладьи идут проливом между Азией и Северной Америкой. За 50 лет, к середине XVIII века русские продвинулись больше, чем на 100 градусов долготы до 190 градуса вост. долг., правда, на более северной параллели, чем европейцы в Америке [7].

Закреплению новых земель за Россией способствовало строительство городов-крепостей. Первенствующие города Сибири Тюмень (год основания 1586) и Тобольск (1587) возникают как преемники татарских Чимги-Туры и Искера [20]. В 1604 г. строится Томск, в 1607 г. - Турухан возникают Верхотурье, Туринск, Пелым и Тара, в 1616 г. - Кузнецк, в 1617 г. - Енисейск, в 1628 г. – Красноярск. В 1632 году казацкий сотник Петр Бекетов заложил Якутский острог, в 1644 году основывается Нижне-Колымск, в 1648 году - Охотск, в 1649 году - Анадырь.

Правилом тогдашних русских было: где зимовье, там и крест или даже часовня; где крепость, там и церковь; где город, там и монастырь, кроме церкви. Но насильно обращать в христианство покоренные народы воспрещалось: «страхом и жесточию никак не приводити». Хотя был выработан ряд мер привлечения их к православию материальными выгодами**.** Через православную соборность шло собирание земель с соборным существованием множества племен и религий, шло созидание империи. Соборность являлась основой формирования характера русского человека, в котором невероятная выживаемость сочеталась с удивительной уживчивостью [1].

Несколько позже началось покорение степи. В 1636 году князь Роман Боборыкин закладывает город-крепость Тамбов. В первой четверти XVIII в., преодолевая ожесточенное сопротивление джунгар, Россия укрепляется в верховьях Оби и Иртыша. Там возникают засечные линии, строятся Чаусский и Бердский остроги, Бикатунская, Ямышевская, Омская, Железнинская, Семипалатинская и Усть-Каменогорская крепости, а затем форпосты между ними. На освобожденных от господства джунгар землях сооружаются Абаканский (1707 г.) и Саянский (1709 г.) остроги.

Победа над степными кочевниками одна из самых великих страниц русской истории и главным полем этой битвы была Сибирь. Уже с опытом вынесенным отсюда, оградив себя от Востока, русское государство смогло обратиться к Югу, на Новороссию, Кавказ, Центральную Азию.

23 июля 1697 г. (13 июля по ст. ст.) казаки Владимира Владимировича Атласова выходят к Тихому океану на Камчатке. «Камчатским Ермаком» - именовал В.В. Атласова А.С. Пушкин [18]. С камчатских экспедиций Беринга

русские утверждаются на Алеутских островах и северо-западе Америки, а Россия, в конечном итоге, становится океанической державой [8].

В 1812 году в 30 км к северу от бухты Сан-Франциско, принадлежавшей тогда Испании, на берегу залива Бодего основывается колония Форт Росс - самый южный пункт того, куда простиралась Российская Империя в Северной Америке. Туда Российско-Американская компания отправляла из Ситхи на заслуженный отдых своих ветеранов. Оттуда получала Аляска мясо и овощи, тогда как хлеб, масло и свечи ввозили в колонию из Якутска через Охотск [14].

Правитель Российско-Американской компании Баранов предпринимает шаги к закреплению Гавайских островов за Россией. Король Гавайских островов Томари со своим народом 21 мая 1815 г. принимает российское подданство. Однако, Александр I признал исполнение этой просьбы неудобным вследствие противодействия американцев и уже через год русские владения на Гавайских островах были оставлены [4].

Это были годы наибольшего могущества и славы России, с которыми могут соперничать только 1945-1953 гг. Русские войска входят в Париж. На Аляске планируется построить большой город Славороссийск.

На границе Аляски и Канады русское племя встречается с англосаксонским, которому удалось к середине XIX в. пройти весь американский материк. Две ветви европейцев, направившись в разные стороны почти из одного центра, вновь сошлись на другом конце земного шара.

Два типа колонизатора

Хотя колониальные завоевания Российской Империи стали прямым продолжением национально-освободительной войны русского народа, замечательно, что ни один из народов не был утрачен в этой войне. Даже зоны расселения сибирских народов не менялись столетиями, несмотря на продолжавшиеся на территории Северной Азии передвижения и переселения народов и опустошительные эпидемии.

Если к началу XVII в. в Сибири проживало 200-220 тыс. человек, то в 20-30-х годах XX в. местные народы насчитывали 800 тыс. человек, а к 1990 г. - более миллиона. Этот численный рост был возможен лишь при решительном преобладании положительного в контактах с русскими переселенцами над отрицательным.

Численность населения хорошо известна, поскольку оно обкладывалось ясаком и переписывалось в писцовые книги. Они были изучены историками Б.О. Долгих [10] и Н.И. Никитиным [15]. На основе приводимых ими данных составлена таблица 1.

Таблица 1

Динамика численности коренных народов Северной Азии

Народ	Название в дореволюционной российской литературе	Численность к концу XVII в. – началу XVIII в.,	Численность, тыс. чел. на 2002 г.
Народы Западной Сибири			
сибирские татары		15-20	9,6 (по переписи 2002), 180-190 (по оценкам)
хакасы	енисейские киргизы, в т.ч. телеуты, арины, котты	17-19	75,6
ненцы	самоеды, юраки	5-8	41,3
ханты	остяки	8-10	28,7
шорцы	кузнецкие татары	5-6	14,0
манси	вогулы	7-8	11,4
селькупы	остяко-самоеды	3	4,3
кеты	инбаки, остяки	4	1,5
тофалары	карагасы	2	0,8
нганасаны	самоеды-тавгийцы	1	0,8
энцы	хантайские самоеды	3	0,2
буряты		40-50	445
якуты		40	444
эвенки и эвены	тунгусы	25-30	35,5**
эвены	ламуты, тунгусы	в числе эвенков	19,1
юкагиры		5	1,5
Народы Дальнего Востока			
дауры		100	100***
чукчи и чуванцы		2,5	16,8
коряки		7-13	8,7
ительмены	камчадалы	13-15	3,2
эскимосы азиатские		4	1,8
алеуты, из них российские		16	2,5 0,6

* - В Монголии и, частично, в КНР живет еще около 70 тыс. бурятов.
** - Численность указана без эвенов. Еще 38,7 тыс. эвенков и орочонов проживает на Северо-Востоке Китая (2000) и от 1 до неск. тыс. в Монголии.
*** - Дауры в 1656 г. были переселены маньчжурами на правый берег Амура и ныне в России не проживают. Приведена численность дауров в КНР.

Конечно, не всегда прямое сопоставление между населением в XVIII и XX веках корректно. Некоторые народы смешались между собой, обрусели, изменили самоназвание, оказались за пределами России. Какие-то народы при переписях XVII века именовались не так как сейчас (например, предки современных и манси, и селькупов, и кетов именовались «остяками»). Некоторые из коренных народов Арктики вымерли к XVII веку, как, омоки. Но какое-то представление о народах Сибири и их развитии таблица 1, надеемся, дает.

Не так было в Северной Америке. Численность индейского населения к северу от Мексики оценивается по разным источникам от 1 до 18 млн. человек [23, p. 12-13]. Большая часть североамериканских индейцев проживала на востоке страны. Особой плотностью населения выделялся район Великих озер и Новой Англии. Там жили многочисленные в то время племена ирокезов, близкие к ним гуроны, а также алгонкины (могикане, массачусеты, делавары).

В отличие от России, Великобритания и США формировались как правовые государства с верховенством закона. В их правовом поле была сформулирована «доктрина открытия» (The Doctrine of Discovery), согласно которой первооткрыватели страны имеют юридические права на все земли и имущество аборигенов [22]. По этому праву с 30-х годов XVII века по всему Атлантическому побережью разворачивается массовое уничтожение индейских селений и истребление их жителей.

Когда в 1830 г. конгресс принял закон о переселении индейцев в отдаленные районы к западу от 95 градуса з.д. то индейцы не изъявили «добровольного» желания переселиться за отведенную им черту. Поэтому против них были законно использованы вооруженные силы. В итоге к началу Гражданской войны 1861-1865 гг. на востоке США коренных жителей почти не осталось. Сохранились когда-то данные ими названия рек и некоторых хребтов, среди которых раскинулись Нью-Йорк и Вашингтон.

Индейцы прерий продолжали оказывать упорное сопротивление американской армии. Их равнины были черными от тысяч бизонов. Индейцы всегда могли добыть достаточное количество животных, чтобы обеспечить себе пропитание, одежду и кров. Жан Дорст [21] оценивает число бизонов до их поголовного истребления белыми поселенцами в 75 млн. голов. Цель истребления состояла в том, чтобы обречь на голод индейские племена. Особого размаха достигла бойня в 1860-х годах, когда началась постройка трансконтинентальной железной дороги. Иногда «охота» принимала самые бессмысленные формы: от животных брали только языки, оставляя гнить бесчисленные туши. Железнодорожные рекламы сулили пассажирам увлекательный аттракцион: стрельбу по бизонам прямо из окон поезда. Проходивший сквозь стада бизонов поезд оставлял за собой сотни умирающих или искалеченных животных. Специальные отряды стрелков преследовали бизонов повсюду. Цель была достигнута к 1889 г. На огромной территории, где паслись миллионы бизонов осталось только 835 голов, включая 200 бизонов укрывшихся в Йеллоустонском национальном парке.

По переписи 1900 года в США и Канаде насчитывалось 375 тыс. индейцев [23, p. 14]. Их расселение радикально отличалось от их расселения в прошлом.

Переселения коренного населения продолжались вплоть до окончания второй мировой войны. Так, в июле 1942 г. все алеуты Алеутских островов были переселены на остров Адмиралтейства в архипелаге Александра у южных берегов Аляски. Выселены были алеуты в лесную, непривычную для них местность. Причиной выселения называлось содействие японцам, когда они

стремясь создать себе маневренную базу для действий против Аляски, оккупировали острова Атту и Кыска Алеутской гряды.

Смягчение политики по отношению к индейцам началось с 1900 г. и особенно, после второй мировой войны. Во многом это было связано с их доблестным участием в войне. Из индейцев получались лучшие фронтовые разведчики и снайперы. Нередко именно индеец первым водружал американское знамя над поверженным вражеским укрепленным пунктом. В 1990 г. численность индейцев Северной Америки достигла 2 млн. 750 тыс. чел. [23; p. 33]. Численность индейцев США к настоящему времени достигла 5 млн. чел. но сюда вошло около 2-3 млн., начавших идентифицировать себя индейцами из-за предоставляемых им с 2000 г. льгот.

От европейских завоеваний лучше жилось европейским народам, ограбление колоний обогащало метрополии. Русский народ не грабил ни Сибирь, ни Среднюю Азию, ни Кавказ, ни Прибалтику. Нигде не могло возникнуть там плантаций, на которых использовался бы подневольный труд коренного населения. Некоторые историки приводят пример как при Нижне-Камчатском остроге вместо лошадей и быков использовали на пахоте холоповительменов, а при бороновании пашни заставляли тянуть бороны ительменских девушек. Так сообщал историк XVIII в. Г. Ф. Миллер. На наш взгляд, не следует возводить этот факт в ранг жестокой эксплуатации. Еще недавно, после Великой Отечественной войны, так пахали русские и украинские колхозники. Не упустим и того, что на Камчатке как нигде было мало лошадей в силу отсутствия с ней сухопутного сообщения.

Россия до 1917 года сохранила каждый народ в нее вошедший. Она была их защитницей, обеспечивала им право на землю, собственность, на веру, обычаи, культуру. Россия никогда не была националистическим государством, она принадлежала одновременно всем в ней живущим. Русский народ имел только одно «преимущество» - нести бремя государственного строительства [1, с. 112].

По словам Н.И. Вавилова [5], русский человек обладает «редкостно человеколюбивой для белой расы народной философией русичей..., корни которой в глубокой древности, где-то на берегах Днепра и Волхова».

Джордж Керзон, будущий министр иностранных дел Великобритании, проехав по среднеазиатским владениям России в конце X1X в., отмечал, что «Россия бесспорно обладает замечательным даром добиваться верности и даже дружбы тех, кого она подчинила силой... Русский братается в полном смысле слова. Он совершенно свободен от того преднамеренного вида превосходства и мрачного высокомерия, который в большей степени воспламеняет злобу, чем сама жестокость... Он не уклоняется от социального и семейного общения с чуждыми и низшими расами, к чему англичане никогда не были способны» [цит. по 11, с. 15].

Англичане, завоевав куда более культурную, чем Сибирь, Индию, практически не знали смешанных браков с индийцами. Грань между ними чрезвычайно резка. Не знали они и никаких смешанных с местным населением поселений. Между русским, с одной стороны, и бурятом, ненцем или балкарцем – с

другой, различие тоже не меньшее. Но между русскими и ими, как и другими народами России, существует целая гамма антропологических переходов. Вся Россия в некотором отношении представляет не только географическое, но и антропологическое единство. Население России метисизировано. Именно из-за этой метисизации появилось понятие «сибиряк». Он хотя и русский, но все же в чем-то отличен от русского европейского типа. Сибиряк более резко очерчен, независим, более готов прийти на помощь, выручку, но, пожалуй, и более скрытен, приглядчив, речь его менее изящна, словарный запас невелик.

Русские метисы не менее разнообразны и интересны, чем метисы, креолы и квартероны Латинской Америки. Только последним посвящены тысячи толстых томов, романов и исследований, русским же метисам не уделено и десятитысячной доли того. Делали вид, что ничего такого просто нет. Между тем, основная масса русского народа еще долго оставалась сильно дифференцированной по отдельным областям. Русские различались на поморов, волгарей, сибиряков, староверов, крестьян лесных губерний (на западе – белорусов) и крестьян степных губерний (на западе – малороссов), казаков донских, гребенских, кубанских, новороссийских, уральских, забайкальских. Все они говорили на разных диалектах, но все причисляли себя к единому русскому народу.

В Якутии некоторые русские, усвоив местные обычаи и навыки, стали разговаривать между собой на якутском языке. «Даже в несколько высшем кругу общества якутский язык играет почти столь же главную роль, какую французский в обеих наших столицах» [9, с. 110].

Знаменитый путешественник, писатель и народный комиссар по национальным меньшинствам Дальневосточной республики с 1918 по 1922 г. В.К. Арсеньев [2] характеризовал русского человека как идеальный тип колонизатора. В подтверждение своей мысли приводил пример колонизации Приморского края тремя отдельными группами – молдаванами, украинцами и русскими. Молдаване в местах богатых лесом строят свои лачуги из обломков лодок, телег и ящиков. Ведут незажиточное существование. Украинцы предпочитают строить мазанки, пашут на волах, в неурожайные годы гибнут с голоду рядом с реками, изобилующими рыбой. И те, и другие, избегают широких контактов с коренным населением. И только русский человек, со сдержанной иронией и легким превосходством относясь к туземцам, идет с ними на самое широкое общение, заимствует их технику лова, добычи, быта и выживания. В какой-то степени становится на Чукотке чукчем, а в Туркмении туркменом, оставаясь в то же время русским. Его умение ладить с людьми лежит в основе русской государственности.

В отличие от империй Россия не имела этнокласса, т.е. экономически и политически господствующей нации. Это было в равной степени государство русское, татарское, бурятское, башкирское. Так называемые инородцы (и это слово не было уничижительным) поднимались на самые высоты иерархической лестницы России. Опорный слой царской России во второй половине Х1Х века лишь на 45% состоял из православных [12]. Никто не преследовал после замирения ни один из покоренных народов в царской России. Ничто не мешало по-своему веровать, одеваться, богатеть и блюсти свое обычное право. Представи-

телей всех народов России видали стены российских университетов. Такова была у нас «тюрьма народов», таков был «национальный гнет».

Фронтир в имиджевом продвижении стран

Во всей всемирной истории невозможно указать другой подобный пример окончательного завоевания столь обширных пространств с таким сложным этническим составом, в столь короткий срок и таким ничтожным количеством людей, как покорение Сибири. Только благодаря Сибири, Россия стала великой державой и побеждала во всех своих войнах.

Русские казаки прошли всю Сибирь от Урала до Тихого океана за 60 лет. В то же время англоевропейцам для того, чтобы освоить территорию Северной Америки от Атлантического до Тихого океана, понадобилось около 350 лет. История этих народов – есть история колонизаций. Но отношение к этой истории разное.

Ни один курс американской истории не представим без красочно иллюстрированной главы об индейцах и их взаимодействии и противоборстве с евроамериканским фронтиром. Сложилось целое направление исследований роли фронтира в формировании нации и государства [3].

Создание же Империи русскими землепроходцами в их движении на восток не стало триумфом отечественной истории и географии. Нет у нас ни «землепроходческой» атрибутики, ни атрибутики степного фронтира между Востоком и Западом. И уж подавно ничего не найти о западном фронтире, утвердившемся в Черновцах, Львове и Риге после Великой Отечественной войны. Мы как будто стесняемся своих территориальных завоеваний.

Никто не посмеет потомков англичан где-нибудь в Австралии или Северной Америке назвать оккупантами. Правда, в Южной Африке наметилась прямо противоположная тенденция. Зато русских, составляющих до 97% населения восточных областей, никогда не считали коренным народом Сибири или Камчатки. Повсюду они пришлый, нахлынувший элемент, потеснивший коренные народы. Даже со своей исторической родины, Киевской Руси, гонят его теперь украинские националисты.

Испанцы гордятся своими воинственными конквистадорами. Англичане воспевают мужество своих мореплавателей. Только русским, подчинившим исполинские пространства мира, отказано в памяти подвига и великодушия своих предков-землепроходцев. Не потому ли столь легко, в одночасье, одну из величественнейших стран мира удалось ввергнуть в рамки начала XVII века?

«Огромная сплошная территория, добытая кровью и страданиями нашей истории, должна нами охраняться как общечеловеческое достижение, делающее более доступным, более исполнимым наступление единой мировой организации человечества», – писал мыслитель-энциклопедист В.И. Вернадский [6, с. 6].

Литература

[1] *Аксючиц В.В.* Миссия России. М.: Белый город, 2010. – 624 с.

[2] *Арсеньев В.К., Титов Е.И.* Быт и характер народностей Дальневосточного края. – Хабаровск-Владивосток,1928 – 84 с. [Электронный ресурс] URL: http: www.debri-dv.ru/article/3627
[3] *Белаш Н.Ю.* Фронтьер в Америке. Фронтьер в России? / География, 1996. №5. – С. 12-13.
[4] *Берг Л.С.* Очерки по истории русских географических открытий. – М.-Л.: АН СССР. 1946. – 360 с.
[5] *Вавилов Н.И.* Вступительное слово [на торжественном заседании, посвященном 50-летию со дня смерти Н.Н. Миклухо-Маклая, 15 апреля 1938 г.]. – Изв. ГГО, 1939, т. 71, № 1-2. – С. 7-9.
[6] *Вернадский В.И.* «Мирное сожительство народов…» (Из размышлений по национальному вопросу) / Советская культура, 1989, 14 сентября. – С. 6.
[7] *Вернадский Г.В.* О движении русских на восток // Русский разлив. Т. 2. – М. ДИ-ДИК Танаис, 1996. – С. 45-54.
[8] *Воробьева Т.В.* Витус Беринг в России. В Sejer Andersen (ред.) Театр Витуса Беринга и датско-российские связи. Статьи на русском и датском языках. Издательский дом Маматов. Санкт-Петербург. 2018. С. 99-125.
[9] *Врангель Ф.П.* Путешествие по северным берегам Сибири и Ледовитому морю совершенное в 1820, 1821, 1822, 1823 и 1824 гг. экспедицией под начальством флота лейтенанта Ф.П.Врангеля – М.: Главсевморпуть, 1948. – 456 с.
[10] *Долгих Б.О.* Родовой и племенной состав народов Сибири в XVII в. – М., 1960. – 622 с.
[11] *Кожинов В.В.* Победы и беды России. Русская культура как порождение истории – М.: Эксмо. 2002 – 339 с.
[12] *Лавров С.Б.* В каком мире мы живем? (размышления геополитика). – СПб., 2001. – 96 с.
[13] *Марков С.И.* Избранные произведения. В 2-х т. Т. 1. Земной круг. Книга о землепроходцах и мореходах. – М.: Художественная литература, 1990. – 574 с.
[14] *Невельской Г.И.* Подвиги русских морских офицеров на Крайнем Востоке России 1849-1855. – М.: Географгиз, 1947. – 397 с.
[15] *Никитин Н.И.* Освоение Сибири в XVII веке. – М.: Просвещение, 1990. – 144 с.
[16] *Никитин Н.И.* Землепроходец Семен Дежнев и его время. – М., Росспэн, 1999, - 192 с.
[17] *Палладий (Кафаров).* Русское поселение в Китае в первой половине XIV века / Живая старина. 1894. Вып. 1. СПб.: типогр/ С. Н. Худекова. - С. 65-67.
[18] *Пушкин А.С.* Заметки при чтении «Описания земли Камчатки С.П. Крашенниникова [Электронный ресурс] URL: http://pushkin-lit.ru/pushkin/text/opisaniya-zemli-kamchatki.htm
[19] *Распутин В.Г.* Сибирь, Сибирь. М., Молодая гвардия, 1991, 304 с.
[20] *Рассказов С.В.* Историко-географические особенности заселения и хозяйственного освоения Юго-Запада Западно-Сибирской равнины. / Известия РАН. Сер. геогр. 2008, № 5. – С. 39-50.
[21] *Dorst J.* Before Nature Dies. Penguin books, 1971. 352 pp.

[22] *Miller R.J.* Chapter 6. The Doctrine of Discovery, Manifest Destiny, and American Indians In: S. Sleeper-Smith, J. Barr, J. M. O'Brien, Nancy Shoemaker, and Scott Manning Stevens (eds.) Why you can't teach United States history without American Indians. Chapel Hill: Univers. of N. Carolina Press, 1971. pp. 87-100.
[23] *Thornoton R.* Population history of native North Americans. In: (M.R. Haines and R.H. Steckel. eds) Population History of North America. Cambridge University Press New York, 2000, pp. 9-50. [Электронный ресурс] URL: https://books.google.com/books/about/A_Population_History_of_North_America.html?id=BPdgiysIVcgC

S u m m a r y. A comparative regional geological analysis of the West European (Anglo-American) and East European (Russian-Siberian) types of frontier is proposed. Commonality and differences between them are revealed. The conquest of Siberia is viewed from the perspective of continuing the national liberation struggle of the Russian people from Tatar-Mongol rule. It is indicated that in the entire world history it is impossible to point out another similar example of the final conquest of such vast spaces with such a complex ethnic composition, in such a short time and such an insignificant number of people as Russian Cossacks of Siberia to the Pacific Ocean in 60 years. At the same time, the English-Europeans took about 350 years to master the territory of North America from the Atlantic to the Pacific Ocean. But Russian territorial expansion did not become a national triumph. The role of the frontier in the image promotion of countries is analyzed.

ГЕОГРАФИЯ В ЗЕРКАЛЕ ЛИТЕРАТУРЫ И ИСКУССТВА

Ал.А. Григорьев
РГПУ им. А. И. Герцена, г. Санкт-Петербург, neva8137@mail.ru

GEOGRAPHY IN THE MIRROR OF LITERATURE AND ART

Al.A. Grigoriev
Herzen State Pedagogical University, St. Petersburg

Аннотация. Впервые рассмотрено отражение «Мира географии» в искусстве (в его широком понимании) с позиции Общего землеведения. Трансляция сведений о географических явлениях, освоении планеты разных эпох через творения мастеров искусств значима для географии культуры (в том числе географии Наследия), просвещения, краеведения и туризма.
Ключевые слова: география, искусство, отображение творчества, общеземлеведческий и ландшафтный подходы.

Введение

Окружающая среда, вопросы ее освоения, которые являются предметом исследования географии, с отдаленных времен были предметом интереса художников и писателей. Либо фоном, на котором развертывалось действие или строилось изображение, либо даже центральным предметом творческого отображения. При этом творческие мастера затрагивали самые разные аспекты окружающей среды. И в том числе, такие как ландшафты (точнее, пейзажи), красоту (эстетика) природных или рукотворных образований, вписанных в ландшафт, космические и планетарные мотивы, будущее человечества на планете, патриотические мотивы (считая те или иные ландшафты как свою Малую Родину).

Воспроизведенные творческими мастерами различные географические явления, в свою очередь, становятся их знаками и символами. – Наряду с другими знаками, помогающими их исследовать [1, 2]. Вместе с тем на ранних этапах развития человечества отображение окружающей среды происходило с помощью легенд. Сохраняясь веками и тысячелетиями, они, в свою очередь, используются писателями и художниками в создании образов окружающей среды. Целью статьи является отражение «Мира географии» в искусстве.

Объекты и методы исследования

В центре внимания в статье творческие произведения мастеров искусств, отображающие различные географические явления. Их круг значительно расширен благодаря тому, что автор использовал не только общепринятый ландшафтный подход, но также общеземлеведческий подход в оценке географической составляющей творчества мастеров искусств. Именно с этой позиций системно рассмотрены планетарные географические явления, катастрофы, освоение планеты древними цивилизациями и т.д.

Обсуждение результатов

Легенды всех народов изобилуют рассказами о крошечных человечках, карликах, обитателях разных ландшафтов. Былички (устные рассказы не профессионалов очевидцев) и сейчас свидетельствуют, что время от времени с ними встречаются аборигены. В современной науке они изучаются только фольклористами и считаются вымышленными персонажами, которых никогда в реальном мире не существовало. Тем не менее, они вошли в менталитет разных народов мира и широко отображены в творчестве, как писателей, так и художников. Можно вспомнить детскую сказку датского сказочника Ганса Андерсена «Дюймовочка» (1835 г.) о крошке-девочке. А также целый ряд городских скульптур карликовой героини сказки, установленные в Калининграде, Киеве, в Донецке и в датском городе Оденсе.

Не меньше, чем героями-карликами сказки и старинные предания изобилуют также и великанами. Вспомним отечественные предания о былинных героях. Предания Франции изобилуют рассказами о деяниях гиганта Гаргана, который жил на территории страны и был известен еще предшественникам галлов и даже кельтов. Примечательно, что во Франции, стране множества мегалитических памятников и в том числе огромных каменных изваяний старинные предания связывают их появление с племенем великанов и в том числе особенно с Гарганом или Гаргантюа. Топонимика Франции также изобилует названиями с корнем Гарган. Гора Гарган существует, например, в Руане. Некоторые каменные сооружения, несущее это имя великана, якобы коррелируют с частями его огромного тела. Таким образом, географическое пространство Франции реально отражает мифологические представления о существовании в прошлом великана, создателя многих особенностей рельефа территории.

В христианский период истории страны Гаргана или Гаргантюа частично стали связывать с дьявольскими силами, но обычно представлять веселым обжорой. Именно таким он вошел в народное сознание и в сатирическом романе французского автора Франсуа Рабле (1494-1553 гг.) «Гаргантюа и Пантагрю-

эль». Великанов романа Франсуа Рабле мастерски и также гротескно изобразил французский гравер Густав Доре (1832-1883 гг.).

Легенда о великане, на этот раз на американской земле, в штате Массачусетс, повлияла на творчество американского писателя Натаниэля Готорна (новелла «Огромная каменная фигура»). Легенды запечатлевают также и такие следы мегалитической культуры как отдельные сохранившиеся сооружения. Обычно это величественные постройки, созданные из огромных каменных блоков. К таковым относится огромное кольцевое сооружение из трилитов – Стоунхендж в Англии (древняя астрономическая обсерватория, причем высокого класса точности).

О Стоунхендже сложено множество легенд, обычно связывающих его с преданиями о короле Артуре, с чародеем Мерлиным, который якобы с помощью великанов перенес конструкцию из Ирландии в Англию. Краткое упоминание о нем как надгробном камне есть у средневекового автора (XV в.) – Томаса Мэлори в романе «Смерть Артура». Сооружение нашло отображение и у английского поэта и художника-философа Вильяма Блейка (1757-1827 гг.) (в поэме «Иерусалим»). Легенды, в основе которых лежат не «бабушкины сказки», а реальные природные явления, пронизывают всю нашу жизнь. Разумеется, именно они и составляют фундамент для творчества многих мастеров слова и кисти. Впрочем, те и другие равнозначны.

Не так много творческих мастеров сумели подняться до отображения планетарных географических явлений. Впрочем, и среди ученых тоже, одним из которых был великий натуралист Владимир Вернадский (1863-1945 гг.). Планета Земля у него рассматривалась и в том числе как элемент Солнечной системы и даже Вселенной. Немногие натуралисты касались таких вопросов и в том числе французский геолог-философ Тейяр де Шарден, французский палеонтолог Жорж Кювье… Также единичны писатели и художники, прикоснувшиеся в своем творчестве к столь значимому для человечества пониманию его места во Вселенной. Среди мастеров слова к ним принадлежит итальянский автор эпохи раннего Возрождения великий мыслитель и поэт Данте Алигъери (1265-1321 гг.). Ведь его Рай или Ад рассмотрены и воспринимаются как иное измерение, к доказательству существования которого (многомерности пространства) наука только подходит.

Подобным образом можно оценивать и творчество великого английского художника и писателя Виллиама Блейка. Его творения как художника, иллюстрации, в частности к А. Данте, Д. Мильтону, Книге Иова, собственным произведениям (например, «Иерусалиму») говоря языком Науки, в том числе ее географической составляющей, указывают на космическую зависимость нашей планеты. Среди них, например, «Когда утренние звезды поют вместе…» (1825 г.) или «Бог, создающий Вселенную» (1779 г.). Причем Верховное существо (Бог), а также (на другой картине) Ньютон занимаются измерениями пространства гигантским циркулем. А ведь это действие – основа географической навигации, определения по Солнцу пространственных и временных (часов, календаря) координат.

Близко подошел к отображению планетарных вопросов, существования Земли как планеты и человечества и французский мастер Густав Доре. На его гравюрах можно видеть отчетливую зависимость Земли от мощнейших катастроф, обусловленных внутренними планетарными и космическими силами (падением метеоритов, потопом).

Несомненно, космическое звучание имеют произведения художника Н. Рериха. Горные заоблачные ландшафты Гималаев, Тибета у него не просто горы и высокогорное плато. Всюду в этих ландшафтах «разлито» некое высшее начало, иногда подчеркиваемое древними знаками, каменными памятниками. Нечто подобное явно звучит и на картине Михаила Нестерова «Лисичка». Видение тремя старцами (на самом деле – известными философами) служит как бы указанием на нечто сверхъестественное, разлитое в природе, пока еще не доступное пониманию простым смертным. Подобные черты запредельного несут в себе также рисунки Василия Чекрыгина.

К космическим и Солнечным высотам, размышлениям на заоблачные темы в своих творениях поднялись также некоторые поэты, в том числе В. Брюсов, Ф. Тютчев, В Хлебников. Причем у В. Хлебникова космическое, беспредельное предстает перед читателем не столько как непознанное, мистическое, сколько как огромное поле освоения, освоения географического пространства. Таким его видит поэт в поэме «Ладомир» (1921 г.).

Значительно больше авторов обращались в своем творчестве к Солнцу, используя его как образ. В качестве ключевого образа Солнце присутствует в романе Ивана Шмелева «Солнце мертвых» (1923 г.) и драме Герхарда Гауптмана «Перед заходом солнца» (1932 г.), вынесенное даже в названия произведений. – Поскольку в обоих случаях Солнце имеет символическое значение. В творчестве писателей и художников, которые использовали Солнце как образ, так или иначе, нашло отражение зависимость от него всего живого, каждого человека и человечества в целом.

В географии существует целое направление солнечно-земных связей, учение о цикличности географических и других процессов. Впрочем, жрецы уже в Древнем Египте понимали, например, влияние Солнца на разливы Нила. А ведь именно Нил в пустыне и дает жизнь, позволяет ее развитию. Египтяне считали именно солнечных богов главными и именовали их разными именами, в том числе Ра. Именно таким образом некоторое время в древности называлась и Волга (разумеется, это было местное автохтонное название). Высшие божества связывались с Солнцем у многих народов, в том числе и у славян.

Среди поэтических творений, одним из действующих «лиц» в котором является Солнце, выделяется, скорее, шутливое стихотворение «Солнце» Владимира Маяковского (1920 г.), носящее также подзаголовок «Необычное приключение с Владимиром Маяковским летом на даче».

Отдельное и важное направление в географической «составляющей» творчества мастеров пера и кисти является воспроизведение ландшафтов. А они, как конкретная территориальная единица, комплексное природное образование, служат непременным объектом исследования географов. Впрочем, творческие мастера интересовались, скорее, только внешней, видимой частью

ландшафта – пейзажами. Лесные ландшафты, наиболее свойственные образу всей России, отобразили в своем творчестве такие писатели как П.И. Мельников-Печерский – в романах «В лесах» и «На горах», Д.Н. Мамин-Сибиряк – в «Приваловских миллионах». Среди художников – А.А. Рылов, И.И. Шишкин.

Таежные ландшафты Приамурья, Сихоте-Алиня, богатый мир их обитателей запечатлены в произведениях писателя-путешественника В. Арсентьева. Пейзажи Центральной в основном лесостепной России зафиксированы в рассказах И.С. Тургенева в «Записках охотника». Их особенностью было обилие дичи, особенно птиц. В рассказах Н.В. Гоголя, приводятся описания степных южнорусских ландшафтов. Речные ландшафты, прежде всего Волги, нашли отображение на полотнах И. Репина и И. Левитана. В рассказах А. Сент Экзюпери запечатлены ландшафты пустынь Сахары, которые автор писатель-авиатор наблюдал и с воздуха и посетил на земле. Разнообразный облик горных ландшафтов отображен на полотнах Н. Рериха. Бесконечное разнообразие морских пейзажей, состояний акватории представлено на картинах И.К. Айвазовского, в стихах Артюра Рембо.

Великий французский поэт-символист Артюр Рембо (1854-1891 гг.), член-корреспондент Парижского Географического Общества, исходя из собственных впечатлений матроса, создал неповторимый образ бушующего океана в поэме «Пьяный корабль».

Творческие мастера не только изобразили различные пейзажи, но смогли уловить и запечатлеть разные состояния природы, воспринимаемые человеком, придерживаясь разных стилей в своем творчестве. Так французские художники-импрессионисты (Клод Моне, Альфред Сислей, Камиль Писарро,) зафиксировали на своих картинах мельчайшие оттенки колеблющегося воздуха и воды, не передаваемые ни фотографированием, ни описанием. Норвежский художник-экспрессионист Э. Мунк в картине «Крик» отобразил сильную тревогу не только в крике самого человека, но и самой природы.

Пабло Пикассо в картине «Герника» в кубистической манере отобразил ужас разрушения фашистами маленького городка в Испании и гибель его жителей. Сюрреалист Сальвадор Дали отображает на своих полотнах как бы распад ландшафтов и их рукотворных элементов на отдельные части. Это выглядит удивительно и не гармонично, хотя в чем-то и убедительно.

Эстетика окружающей среды – весьма значимое и востребованное междисциплинарное направление. Его каноны базируются также и на знаниях в области географии. С отдаленных времен человек в своих действиях во многом руководствовался законами гармонии. Для места своего обитания он выбирал не только удобные местоположения, в частности значимые для ориентирования в пространстве и во времени, но и привлекательные своей красотой. Это мог быть берег реки или озера, уступ или холм с видом на лес или на даль. Могло играть роль и направление восхода или захода Солнца, а также гора или холм, фиксирующие их. Иначе: человек вписывал свои строения в ландшафт.

Воспроизведенные писателями или художниками-реалистами пейзажи радует глаз человека своей красотой, гармонией. Вся природа удивительно гар-

монична, однако человек (в том числе архитектор и художник) выбирает, как правило, контрастные ландшафты.

Рукотворные сооружения, вписанные в то или иное пространство, гармоничны при условии соблюдении при их возведении принципа «золотого сечения». – Хорошо известного мастерам Древней Греции (вспомним Афинский Парфенон) и в Древней Руси. Например, древнерусский храм Покрова на р. Нерль (середина XII в.), подобный кристаллу, восстающий на чистом поле. Именно потому он и привлекает внимание художников.

Географически научно значимы произведения творческих мастеров, которые запечатлели ландшафты прошлого. Среди них картины голландских мастеров XVI-XVII вв., в том числе Питера Брейгеля Старшего и Хендрика Аверкампа. На их картинах зафиксировано необыкновенно развитое (чуть ли не поголовное) катание на коньках по замерзшим рекам и каналам. Художники отобразили реальную географическую обстановку того периода.- Сильное многолетнее похолодание, так называемый «Ледниковый период в Европе». В Голландии жители повсеместно передвигались по льду по каналам и рекам.

Не менее значимы для географии, точнее, географии городов замечательные городские пейзажи Древнего Рима, выполненные двумя выдающимися мастерами – итальянским археологом, архитектором и графиком Джованни Пиранези и французским мастером Гюбером Робером. Они поражают своей величественностью, торжественностью – качествами, действительно (судя по описаниям античных авторов) свойственными «оригиналу», то есть самому древнему городу, его замечательным строениям, некоторые из которых стали впоследствии своеобразными эталонами, образцами для повторения. Вспомним, например, Парфенон, торжественные монументальные строения, во многом аналоги, можно увидеть в имперских столицах – Петербурге и Берлине. Глядя на картины Гюбера Робера и Джованни Пиранези, а они обычно громадных размеров, словно оказываешься на прогулке по древнему городскому ландшафту древнеримской столицы.

Географические явления, отображаемые писателями и художниками, нередко выступают в качестве знаков и символов окружающей среды, ландшафтов, в том числе антропогенных, например, городских. Получают отображения и знаки самих природных явлений. Так выдающийся норвежский скульптор и художник Густав Вигеланд (1896-1943 гг.) изобразил берег моря и разбитую волнами лодку. – Знак морской стихии, разбившей лодку и одновременно - беды для стоящих возле нее женщины с ребенком.

Среди природных и историко-культурных образований, как известно, некоторые, отражающие наиболее важные особенности самых разных географических ландшафтов (как природных, так и антропогенных), считаются знаковыми или символическими. Таковым для России является озеро Светлояр. Считается, что в нем по Высшей воле спасся град Китеж. У поэта М.Волошина возник даже образ спасшейся от недругов Руси, словно укрывшейся в водах озера (в стихотворении «Китеж»,1919 г.). Такое же символическое значение имеет и изображение этого события на картине Ильи Глазунова «Китеж-град» (илл. к роману «П.И. Мельникова-Печерского «В лесах»).

У Петербурга его образ складывается из нескольких символов, узнаваемых во всем мире, воспроизводимых и осмысленных поэтами и художниками. Отображение знаковых особенностей Петербурга можно видеть на творениях таких непревзойденных мастеров как А. Бенуа, А. Остроумова-Лебедева, М. Добужинский. Главное, что делает знаковые особенности и ансамбли Петербурга в высшей мере эстетичными и привлекательными – умелое слияние городской застройки, главных памятников с географическим пространством, использование акваторий Невы, речек и каналов. Разумеется, он воспет и отражен в творениях не только художников, но и мастеров слова, прежде всего, А. Пушкина, Ф. Достоевского и Н. Гоголя. Последний немного иронично, описывает главную магистраль нашего города, Невский проспект в начале одноименной повести, входящей в цикл «Петербургские повести».

Отображение творческими мастерами некоторых ландшафтов, любых природных уголков, с которыми связана жизнь выдающихся людей, прививает у читателя любовь к Родине. Таковы, например, произведения А.С. Пушкина, действия которых происходят на Псковщине, в его родном гнезде в Пушкинских горах. Природа этих мест, как известно, не притязательна. Именно там, на Псковщине, поэт получил от своей няни познания в народной жизни, познакомился с народными преданиями. А они глубоко связали его с землей. Помните из пролога к поэме «Руслан и Людмила» (1820 г.): «*там русский дух, там Русью пахнет».*

Среди художников, певцов Родной земли можно назвать М. Нестерова, И. Глазунова, И. Репина, А. Саврасова. Одним из самых проникновенных художников, был И. Левитан. Поразительны виды великой русской реки Волги, запечатленные им на картинах «Вечный покой», «Золотой плес». Волга, в древности Ра, означающая высшее начало – Солнце, в действительности сыграла огромную роль в формировании Русского государства, в консолидации русских земель (княжеств), в централизации России.

Мало изучено, но, по-видимому, она играла огромную роль в развитии и расцвете высочайшей доисторической культуры народов, распавшихся и разобщенных вследствие природной катастрофы. Оставившей после себя многочисленные следы и в виде мегалитов, топонимов с санскритскими корнями (в то числе с упомянутым Ра), и в виде более поздних памятников высокой и во многом непонятной (по своим корням) культуры скифов, этрусков (пришедших с Русской равнины.

В XX в. в России появилось понятие Малая Родина. Одним из писателей, кто лучшим образом представил его, был Василий Шукшин. – Которого мы также знаем как народного артиста, кинорежиссера. Он родился и получил первоначальное образование в селе Сростки в предгорном Алтае. – В котором есть и степи и, леса, и бурная река Катунь и горы, и вдали гора Белуха.

Как известно, Алтай был крупным центром переселенцев из Центральной России и с Урала, которые верили, что где-то там находится запредельная, свободная страна Беловодье. Удаленность от центра России, приволье, богатство природными ресурсами – все это способствовало формированию во многом могучих свободных, сильных духом и духовных людей. И сказанное делает харак-

тер таковыми героев повестей писателя, не всегда простых, немного чудаковатых, особенно «Калины красной» (1973 г.).

Понятие Родины, родной земли явственно ощущается в произведениях художников-иллюстраторов народных сказок, основанных на преданиях, отражающих дух русского народа. – Который сформировался в процессе его тысячелетнего сотворчества с Природой. Сказочные образы Кощея бессмертного Бабы-яги, курочки-рябы, Аленушки, конька-горбунка, гусей-лебедей, отображенные в творчестве таких глубоко народных художников, проникшихся русским духом, как В.М. Васнецов, Н.М. Кочергин, А.М. Васнецов и другие, иллюстрируют сказанное.

Многие творческие мастера размышляли о будущем планеты и человечества. Одним из них оно представлялось адом, а другим раем. Что находит отражение в самых древних источниках, в том числе в Библии. Среди авторов эпохи Средних веков такое представление нашло отражение в поэме итальянского поэта и мыслителя Алигъери Данте (1265-1321 гг.). Вместе с героем и призраком Вергилия мы обходим круги Ада, затем Чистилище и путешествуем в Звездном мире Рая. Не менее удивительны картины изображения Ада нидерландским художником эпохи Возрождения И. Босхом (1450-1516 гг.). Его сцены в Аду можно увидеть разве в кошмарном сне.

Впрочем, и в современную нам эпоху творческие мастера видели неприглядную картину, в какую может превратиться планета за свои нынешние «прегрешения» - неумение жить на Земле, не принося планете вред. В том числе, согласно бельгийскому поэту Эмилю Верхарну, в результате того, что на Земле возникнет чудовищный город-спрут (книга «Города-спруты»). В стихотворении - «Толпа» (1917 г.) поэт оповещает нас о грядущем, о городах, пожираемых пожарами. Ф. Тютчев также смог прикоснуться и отобразить явления планетарного порядка. Он нарисовал еще более удручающую картину нашего возможного будущего в стихотворении «Последний катаклизм» (1829 г.).- Когда все будет затоплено водами.

И все же у творческих мастеров не преобладают мотивы пессимистического будущего. Простые люди, да и поэты, и художники также всегда верили в Рай, в светлое будущее. Вспомним ту же «Божественную комедию». Прекрасно об этом же сказано американским поэтом-оптимистом Уолтом Уитменом в «Листьях травы» (1855 г.). Впрочем, и уже упомянутый бельгийский поэт Эмиль Верхарн был уверен (в стихотворении «Утопия»), что благодаря, измерениям географического пространства и на этой основе его освоении Человечество победит («*И циркуль победит церковные кресты»).* В том же стихотворении он пишет о будущем, которое создадут сами люди, лучшие, самые мудрые и трудолюбивые из них.

Выводы

Рассмотренное выше иллюстрирует только некоторые направления отображения творческими мастерами важнейших географических явлений. Оно значительно шире воспроизведения ими различных пейзажей, характеризующих ландшафты. Приведенное новое направление использования творений ма-

стеров искусств наиболее значимо при изучении таких географических дисциплин как Краеведение, Страноведение, География Наследия.

Литература

[1] *Григорьев Ал.А.* Наследие эпохи мегалитов. Геокультурные аспекты (Серия География культуры). СПб.: Астерион. 2017. - 221 с.
[2] *Григорьев Ал.А.* География Всемирного Наследия. Учебное пособие. М.: Юрайт. 2018.-298 с.

S u m m a r y. For the first time, the reflection of the World of geography in art (in its broad sense) from the perspective of General geography is considered. The transmission of information about geographical phenomena, the development of a planet of different epochs through the works of art masters is significant for the geography of culture (including Heritage geography), education, local history and tourism.

О ПРОБЛЕМЕ ЭКОКУЛЬТУРНОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ ЛИЧНОСТИ В ЦИФРОВОМ ОБРАЗОВАНИИ[1]

Ю.М. Гришаева, З.Н. Ткачева, Т.Л. Митрофанова
Московский государственный областной университет, Мытищи, j.m.g@mail.ru, tkacheva1912@mail.ru, m.t.l1977@mail.ru

ABOUT THE PROBLEM OF ECO-CULTURAL IDENTITY OF PERSONALITY IN DIGITAL EDUCATION[2]

Y.M. Grishaeva, Z.N. Tkacheva, T.L. Mitrofanova
Moscow Region State University, Mytishchi

Аннотация. В статье рассматриваются основания для проектирования педагогически значимых решений, направленных на создание условий для формирования экокультурной идентичности личности как содержательно-психологической детерминанты ее экологического развития (в условиях цифрового образования). Формирование экокультурной идентичности в образовательном процессе тесно связывается с проблемой реализации поликультурного подхода в образовании, а именно, поликультурность рассматривается как педагогический ресурс экологического развития личности.
Ключевые слова: экокультурная идентичность, экологическое развитие личности, экологическая культура, поликультурность, цифровое образование.

Введение

Актуальность исследования следует рассматривать в аспекте обновления качества культурного содержания ценностно-смысловых установок личности в отношении ее самоопределения в окружающем мире. Существует серьезная проблема педагогической адаптации и интерпретации экологических ценностей и смыслов в практике образовательного процесса [1], что значительно затрудняет результативность формирования экологической культуры личности обучающихся. Сущностные особенности феномена экологической культуры личности, в частности, подробно описаны в наших предыдущих работах (Гришае-

[1] Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-013-00322 А «Поликультурное проектирование экологического развития личности в цифровом образовании».
[2] The study done with the financial support of RFBR as part of the research project № 19-013-00322 A («Multicultural design of ecological development of personality in digital education»).

ва, 2005-2018). В условиях развития системы цифрового образования требуется пересмотр традиционных педагогических технологий, направленных на формирование экокультурной идентичности личности.

Объекты и методы

Под *экокультурной идентичностью* мы рассматриваем процесс и результат адаптации культурного содержания ценностно-смысловых установок личности в отношении ее самоопределения в окружающем мире. Принимая во внимание современные тренды развития системы образования, в число которых входит его цифровизация (использование цифровых технологий для достижения образовательных целей), считаем важной исследовательской задачей обоснование методологических подходов к исследованию экологического развития личности, результатом которого выступает ее (личности) экокультурная идентичность в условиях цифрового образования. Под цифровым образованием мы понимаем педагогически адаптированную образовательную среду, включающую ИТ-инфраструктуру и смарт-технологии (Большие данные, искусственный интеллект, интернет вещей, виртуальная и дополненная реальность, 3D печать и др.).

Обсуждение результатов

Согласно И.В. Роберт [2, с. 6] информатизация, массовая глобальная коммуникация общества – «это глобальный, социальный, культурный, технологический процесс, особенность которого состоит в том, что доминирующим видом деятельности в социальной сфере, в науке, образовании, культуре, общественном производстве, бизнесе является сбор, накопление, обработка, хранение, передача, использование, продуцирование информации, осуществляемые на основе современных средств информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) для интенсификации любого труда, в том числе интеллектуального». В отношении совершенствования процесса обучения сегодня следует говорить, по мнению И.В. Роберт [3] об *интеллектуализации* процесса обучения, под которой понимается «… обеспечение информационного интерактивного взаимодействия между субъектами процесса обучения многовариантным причинно-следственным анализом данных (информации) обо всех аспектах данного процесса с последующей обработкой, визуализацией, получением и сохранением результатов для их предоставления и совместного использования всеми заинтересованными пользователями».

Следует отметить, что задачи, связанные *с предметным содержанием* формирования экокультурной идентичности личности в цифровом образовании, основанном на интеллектуализации процесса образовательного пространства, получают большие возможности для своего решения. Например, использование в образовательном процессе таких методов и технологий как моделирование, проектирование, имитация учебных ситуаций; аудиовизуального контакта с объектом изучения; создание условий для «неограниченного» поиска информации по изучаемой проблеме и проч.

Принимая во внимание воспитательные, ценностно-смысловые основания экологического развития личности, следует отметить отсутствие целенаправленных исследований, обеспечивающих достижение качественного уровня экологической культуры личности в условиях цифрового образования. В связи с этим мы активно разрабатываем возможности методической адаптации поликультурного подхода в экологическом образовании (на разных уровнях образования) в условиях его объективной цифровизации.

Проблему формирования экокультурной идентичности в образовательном процессе мы тесно связываем с проблемой реализации поликультурного подхода в образовании, а именно, поликультурность рассматривается нами как возможность собственно формирования экокультурной идентичности личности. Проблемы поликультурности образования актуализировались на протяжении последних двух десятилетий в условиях сложно взаимодействующих процессов унификации и диверсификации, глобализации и поликультурализма, которыми обусловлены тенденции трансформации системы образования, риски социализации, педагогический поиск в области проектирования новых моделей воспитания в поликультурной среде.

В настоящее время педагогический поиск в проблемном поле поликультурности образования осуществляется в направлении реализации поликультурного подхода к проектированию стратегий и моделей развития образования и обеспечения социальной безопасности молодежи в социокультурном пространстве России, поликультурных образовательных пространств в образовательных организациях высшего образования (Борисенков В.П., Гукаленко О.В., Пустовойтов В.Н. и др.); подготовки будущих учителей к профессиональной деятельности в поликультурном образовательном пространстве (Ткач Л.Т., Музенитова Э.А. и др.).

Поликультурность рассматривается нами с двух основных позиций: 1) как фактор, который в современном обществе приобретает значительные масштабы, оказывая значительное влияние на все сферы жизнедеятельности и существенно затрудняя реализацию традиционных подходов к обучению и воспитанию; 2) как принцип равноценности и равнозначимости всех без исключения народов и культур для развития личности, а также для сохранения и развития культурного наследия общества.

Выводы

Информатизация образования в современных условиях носит объективный характер и включена в задачи модернизации образования в РФ. Однако существует проблема в отношении методологии, феноменологии, теории и практики реализации компонентов цифрового образования для целей экологического развития личности (на разных уровнях образования). Для проектирования педагогически значимых решений, направленных на создание условий для формирования экокультурной идентичности личности как *содержательно-психологической детерминанты* ее экологического развития (в условиях цифрового образования), на наш взгляд, необходимо следующее:

1. выявить оптимальные методологические подходы к экологическому развитию личности в цифровом образовании на основе принципа культурной целостности и с использованием дидактического потенциала этнопедагогики, экологической этики, социальной антропологии, когнитивной психологии, информатизации образования;

2. сформулировать концептуальные положения, отражающие сущность процесса экологического развития личности на основе принципа поликультурности с использованием педагогического потенциала цифрового образовательного пространства;

3. определить подходы к теоретическому моделированию дидактических сред, направленных на решение задач экологического развития личности;

4. обосновать содержание дидактических моделей экологического развития личности на основе принципа поликультурности в цифровой образовательной среде;

5. разработать систему дидактических моделей экологического развития личности на основе принципа поликультурности с использованием педагогического потенциала цифрового образовательного пространства;

6. определить условия эффективной реализации дидактических моделей экологического развития личности на основе принципа поликультурности с использованием педагогического потенциала цифрового образовательного пространства.

Литература

[1] *Глазачев С.Н., Вагнер И.В., Полева М.П.* Моделирование пространства формирования экологической культуры: теоретический аспект. – ЭПНИ «Вестник Международной академии наук. Русская секция», 2012. №1: Режим доступа: http://www.heraldrsias.ru (дата обращения 20.03.2019)

[2] *Роберт И.В.* Развитие дидактики в условиях информатизации образования. / Ученые записки ИИО РАО, 2010, №33. – С. 5.

[3] *Роберт И.В.* Развитие информатизации образования на основе цифровых технологий: интеллектуализация процесса обучения, возможные негативные последствия. / Наука о человеке: гуманитарные исследования. - Издательство: Омская гуманитарная академия (Омск), 2017. №4(30). – С. 65-71.

S u m m a r y: The article considers the grounds for the design of pedagogically significant solutions aimed at creating conditions for the formation of eco-cultural identity of the person as a content-psychological determinants of its ecological development (in digital education). The formation of eco-cultural identity in the educational process is closely associated with the problem of implementing a multicultural approach in education, namely, multiculturalism is considered as a pedagogical resource for environmental development of the personality.

НАУКА И ПРАКТИКА В ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОМ ОБРАЗОВАНИИ. К 150-ЛЕТИЮ АКАДЕМИКА В.Л. КОМАРОВА

В.Ф. Куликов, О.А. Шелухина
РГПУ им. А. И. Герцена, г. Санкт-Петербург, geo@herzen.spb.ru

SCIENCE AND PRACTICE IN NATURAL-SCIENTIFIC EDUCATION. ON THE 150th ANNIVERSARY OF ACADEMICIAN V.L. KOMAROV

V.F. Kulikov, O.A. Shelukhina
Herzen State Pedagogical University, St. Petersburg

Аннотация. Владимир Леонтьевич Комаров (1869-1945) – русский советский ботаник и географ, педагог и общественный деятель. Член-корреспондент Академии наук (1914), действительный член (1920), вице-президент (1930-1936) и президент (1936-1945) Академии наук СССР, организатор работы многочисленных филиалов Академии, ботанических садов, и научно-исследовательских баз и станций Академии наук. Основатель и руководитель естественно-географического факультета Третьего педагогического института (Петроградского, Ленинградского, Российского государственного педагогического университета имени А.И. Герцена).

Ключевые слова: ведущий учёный, морфологические комплексы, флора, происхождение растений, ареал, климат, меридиональная географическая зональность.



Владимир Леонтьевич Комаров (1869-1945)

13 октября 2019 года исполняется 150 лет со дня рождения русского педагога, геоботаника, флориста, неутомимого путешественника и общественного деятеля Владимира Леонтьевича Комарова. Являясь выдающимся ученым своего времени В.Л. Комаров внес существенный вклад мирового значения в развитие геоботанической науки. Обладая величайшими организаторскими способностями, Комаров Владимир Леонтьевич беззаветно служил отечественной науке, как академик, вице-президент и президент Академии наук, и гражданин [1].

Вся научная и трудовая деятельность Владимира Леонтьевича тесно связана с исследованиями в области биологии, географии, педагогики и с общественно значимой работой на благо процветания нашего Отечества.

Академик Комаров В.Л. известен своими исследованиями по геоботаническому описанию регионов Приморья, Камчатки, Прибайкалья, Якутии, Туркестана, а также сопредельных государств – территорий Кореи и Монголии. Разработка географо-морфологического метода систематики растений, учения о миграции растительности, учения о меридиональной зональности организмов, учения о расах и родах растений и ряда других направлений ботанической географии, позволили ученому сформировать свою обширную «Комаровскую» школу с большим числом учеников и последователей. Владимир Леонтьевич разработал новый принцип построения внутривидовой систематики, дал основание к пониманию истории флористических комплексов в широком географическом аспекте.

С юных лет Владимир Леонтьевич увлекался флористикой и готовил себя к деятельности естествоиспытателя. Уже на младших курсах естественного отделения физико-математического факультета Петербургского университета, он по поручению Императорского Русского географического общества принимал участие в экспедициях по изучению растительности Средней Азии и условий её произрастания. Исследовательский опыт и полученные результаты произвели достойное впечатление на географическую общественность и преподавательский состав университета. Благодаря успешной учебной и научно-исследовательской деятельности Владимира Леонтьевича планировали оставить на кафедре для педагогической работы. Однако, прогрессивные взгляды молодого человека и увлечение марксизмом послужили препятствием для этого назначения.

Ботаническая и географическая общественность увидели во Владимире Леонтьевиче ученого, обладающего высоким потенциалом в осуществлении комплексных геоботанических исследований, перспективных в экономическом плане, территорий. Благодаря успешному сотрудничеству с Русским географическим обществом, молодой ученый свою дальнейшую научную деятельность связал с регионами Дальнего Востока. Важно отметить, что впоследствии, большинство крупных теоретических выводов были сделаны Владимиром Леонтьевичем на основании огромного фактического материала, полученного в многочисленных экспедициях.

С авторитетом опытного исследователя в области ботаники и географии Комаров В.Л. в 1898 году приступает к педагогической деятельности на кафедре ботаники Петербургского университета, совмещая ее с работой в ботаниче-

ском саду. Теоретическое обобщение накопленных научных материалов позволило Комарову В.Л. в 1911 году блестяще защитить докторскую диссертацию в Московском университете. За выдающиеся в мировом масштабе научные успехи в области геоботаники доктор ботаники В.Л. Комаров в 1914 году избран в члены-корреспонденты Академии наук, а в 1917 году за совокупность биогеографических трудов Русское географическое общество удостоило Владимира Леонтьевича Медали имени Ф.Л. Литке.

У истоков будущего

Существенный вклад в передачу научных знаний в области ботаники и географии Владимир Леонтьевич внес в период работы в Высшей вольной школе П.Ф. Лесгафта (1899-1909) на Высших женских естественнонаучных курсах М. Лохвицкой-Скалон (с 1906 года). Имея огромный научно-исследовательский опыт и заслуженный авторитет автора научных трудов, Владимир Леонтьевич в 1918 году избирается на должность профессора кафедры ботаники Петроградского университета. Одновременно он преподает биологические и географические дисциплины в I и II Петроградских педагогических институтах.

Планируемая система школьного образования во вновь создаваемом государстве предполагала развитие естественнонаучного направления высшей школы. В 1918 году при непосредственном участии А.М. Горького и А.В. Луначарского открывается III Петроградский педагогический институт. Руководство института определило, что учебное заведение нового типа должно давать педагогическую специальность на базе полного университетского образования. Для решения поставленных задач необходимо было срочно сформировать педагогический коллектив, имеющий весомый профессиональный опыт. Зная о больших организаторских способностях ведущего учёного, администрация предложила профессору Комарову В.Л. должность руководителя (по совместительству) естественно-географического факультета.

В период с 1918 по 1921 годы под руководством В.Л. Комарова на факультете проделана значительная работа. Разрабатываются новые программы по геоботанике, читаются авторские курсы по ботанике и систематике растений. Необычайно живое изложение, соединенное с широкой эрудицией, создали В.Л. Комарову заслуженную популярность среди студенчества. В педагогической среде факультета активно обсуждаются вопросы организации полевых практик и природоведческих экскурсий. Педагогическая деятельность на факультет приобретает комплексный характер за счет привлечения новых специалистов – профессоров и преподавателей Ю.М. Шокальского, А.Е. Ферсмана, Н.М. Книповича, В.А. Догеля, Э.Ф. Лесгафта, Г.Г. Шенберга и С.П. Аржанова.

В 1920 году академик И.П. Павлов предложил избрать члена-корреспондента Комарова В.Л. академиком Российской академии наук по физико-математическому отделению. Это предложение поддержало большинство ведущих ботаников страны. Профессор Комаров В.Л. также становится членом президиума Академии наук. Огромная занятость академика в Ботаническом саду, в Петроградском государственном университете и общественно значимая

деятельность в Академии наук определила уход Владимира Леонтьевича с должности руководителя факультета. Однако до 1924 года академик Комаров В.Л. продолжал в качестве приглашенного профессора сотрудничать с Ленинградским государственным педагогическим институтом им. А.И. Герцена.

Период научной и педагогической деятельности в Герценовском университете президента Академии наук СССР, действительного члена Ботанического общества и Русского географического общества, Героя социалистического труда, лауреата ряда премий, академика Комарова В.Л. был непродолжительным, но значимым по сути и содержанию, что, несомненно, сказалось на всей последующей столетней истории факультетов географии и биологии.

Литература

[1] Материалы сайта ИСА РАН, фонд 277. http://www.arran.ru/?q=ru/isaran

S u m m a r y. Vladimir Leont'evich Komarov (1869-1945) - Russian Soviet botanist and geographer, teacher and public figure. Corresponding Member of the Academy of Sciences (1914), full member (1920), Vice-President (1930-1936) and President (1936-1945) of the USSR Academy of Sciences, organizer of numerous branches, botanical gardens and bases of the Academy of Sciences. Founder and head of the natural-geographical faculty of the Third Pedagogical Institute (Petrograd, Leningrad, Herzen State Pedagogical University of Russia).

ПЕРСОНАЛИИ В МЕТОДИКЕ ГЕОГРАФИИ: НИКОЛАЙ ТРОФИМОВИЧ ЧЕРКУНОВ (1844 - 1905)

Н.В. Мунич*, О.А. Хлебосолова**
**КНУ им. Т. Шевченко, г. Киев, nella15munich@gmail.com*
***РГГРУ им. С. Орджоникидзе, г. Москва, o.hlebosolova@mail.ru*

PERSONS IN GEOGRAPHY TEACHING: NIKOLAY TROFIMOVICH CHERKUNOV (1844 - 1905)

N.V. Munich*, O.A. Khlebosolova**
**T. Shevchenko KNU, Kiev, Ukraine*
***Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting, Moscow*

Аннотация. Статья посвящена памяти выдающегося педагога конца XIX - начала XX века Николая Трофимовича Черкунова, оставившего значительный след в сердцах своих воспитанников и разработавшего ценные рекомендации в области методики обучения географии. В статье рассматривается феномен учительского опыта и образец уникального творческого дарования, обсуждается его ценность для современного поколения педагогов.
Ключевые слова: история науки, теория и методика преподавания географии, учитель географии, наглядность.

Введение

В современных учебниках по методике обучения географии большое внимание уделяется целям географического образования, анализу стандарта и программ, содержанию и технологиям обучения, разнообразным формам и средствам обучения, планируемым результатам образовательного процесса и процедурам их оценивания. Вместе с тем, в них практически ничего не говорится о самом учителе, его личностных качествах и их влиянии на учеников,

что составляет, по выражению К.Д. Ушинского, ту воспитательную силу, которую нельзя заменить никакими уставами и программами, никакой организацией учебных учреждений. Именно учитель является «апологетом» разумного, доброго, вечного, «центром» утверждения научных истин и ценностей в сознании подрастающего поколения [8]. В этом контексте особый интерес представляет изучение жизни и деятельности педагогов, посвятивших себя преподаванию географии и воспитанию юношества, и в этом деле весьма преуспевших.

Николай Трофимович Черкунов является одним из таких примеров: в начале трудовой деятельности он защитил диссертацию, но решил связать свою жизнь с преподаванием любимого предмета – географии, и много лет проработал учителем Первой Киевской гимназии [6]. По мере осмысления своего педагогического опыта он составлял учебники, готовил методические разработки, размышляя в них о значении школьной географии для подрастающего поколения и наиболее важных дидактических элементах обучения.

Объект и методы

Опубликованные на сегодняшний день сведения о жизни и деятельности Н.Т. Черкунова крайне отрывочны и кратки. Для их выяснения нами были использованы публикации, архивные данные, а также разрозненные, отрывочные, иногда противоречивые сведения, анализ и обобщение которых положены в основу данной статьи. Среди таких источников – трехтомное издание, выпущенное к 100-летнему юбилею Первой Киевской гимназии, в котором имя Николая Черкунова входит в число самых упоминаемых педагогов и выпускников 1861 г., снискавших всеобщее уважение и известность [6]. Сохранились также разрозненные сведения о Н.Т. Черкунове, оставленные в записках, хрониках, сборниках, протоколах съездов, воспоминаниях современников, музейных обзорах, литературных произведениях [1, 3-4].

Согласно имеющимся данным, Николай Черкунов родился 4 июня 1844 г. в семье военного врача. По окончании Первой Киевской гимназии в 1861 г. поступил в Университет имени Святого Владимира на естественное отделение физико-математического факультета, которое окончил в 1865 г. в звании действительного студента. В августе того же года был определен учителем естественной истории и географии в Холмскую мужскую гимназию (современная Польша), где в продолжение четырех лет занимал также должность библиотекаря, и одновременно преподавал естественную историю в Холмском женском училище. В декабре 1865 г., по результатам представления диссертации, был утвержден в звании кандидата естественных наук.

20 апреля 1870 г. Николай Трофимович Черкунов был назначен учителем географии в параллельные классы Первой Киевской гимназии, с которой связана вся его последующая педагогическая деятельность. Следует отметить, что еще до своего официального назначения в Киев и формального утверждения в должности, Черкунов просил попечителя учебного округа дать ему возможность взяться за порученное дело и начал преподавать географию. В дальнейшем (с мая 1900 г.) Николай Трофимович стал также преподавать географию в Институте благородных девиц.

В 1874 г. он был назначен членом испытательного комитета при управлении Киевского учебного округа по естественной истории. В своей речи, произнесенной в октябре 1885 г. на торжественном заседании, он подчеркивал роль географии в жизни общества и ее большое образовательное значение, ссылаясь на цитаты древнегреческих ученых и приводя многочисленные примеры [7]. Он говорил о необходимости межпредметного подхода для характеристики свойств земных оболочек, объектов, процессов и явлений. География рассматривалась им в научно-философском, религиозном, художественном, патриотическом смысле с привлечением художественных произведений известных писателей и поэтов.

Николай Черкунов был участником XI Съезда Общества естествоиспытателей и врачей, проходившего в декабре 1901 г. В работе Съезда приняли участие известные географы – Д.Н. Анучин, П.И. Броунов, А.Ф. Соколов, и учителя географии – С.П. Бобин, И.П. Матченко и другие. Здесь обсуждались перспективы развития географической науки и вопросы методического характера: особенности изучения политической географии, этнографии, «антропоцентричность» преподавания, соответствие содержания предмета возрастным особенностям школьников, отбор обязательной для усвоения географической номенклатуры, трудности в усвоении отдельных тем – например, свойств географической карты, смены времен года. Во время обсуждения вопроса о создании географических кабинетов в школе, О.Г. Шубин предложил выслушать мнение Н.Т. Черкунова из Киева и преподавателя г. Власова из Варшавы, как «знатоков по такого рода делу». В своем сообщении Черкунов, в частности, отметил, что во время предыдущего X Съезда его доклад был посвящен теме «Географическое положение как основной элемент землеведения», а год спустя (в 1899 г.) на Географическом Конгрессе в Берлине подобное сообщение сделал известный ученый, профессор Ратцель из Лейпцига. По мнению Черкунова, такое совпадение позиций дало ему большую уверенность в его научно-методических изысканиях.

Николаем Трофимовичем Черкуновым были написаны учебники по географии и методические пособия, в которых рассматривались важные, с его точки зрения, подходы к обучению – использование на уроке музейной коллекции, географические игры (в том числе, разработанное им «Географическое лото»), а также работы по другим естественным наукам (например, по энтомологии).

Для пополнения своих географических знаний, Н.Т. Черкунов каждое лето совершал поездки по стране и за границу, где приобретал новые книги и следил за достижениями географической науки и образования. Традиционно летом Николай Трофимович бывал в Санкт-Петербурге: в одну из таких поездок 10 июля 1905 г. он скоропостижно умер от сердечного приступа и был похоронен на Митрофаньевском кладбище. На тот момент он имел чин статского советника и был награжден орденом Святого Владимира IV-ой степени.

Посвятив свою жизнь преподаванию любимого предмета, Николай Трофимович прилагал все усилия к тому, чтобы пробудить эту любовь и в своих многочисленных учениках. С этою целью он стремится облегчить свой курс, излагая его простым, понятным, образным языком и скрашивая по возможности

интересными задачами, загадками и рассказами из своих и чужих путешествий. С этой целью им была разработана географическая игра, составляющая «скелет» каждого курса. Она включала описания природных условий изучаемых стран и «произведений рук человеческих». Остальное дополнялось на уроке объяснениями учителя и информацией, найденной самими учениками. Особое внимание обращалось на работу с картами, по которым ученик сам должен быть найти характеристики климата страны, ее растительности, населения и т.д.

Во время одного из путешествий у Николая Трофимовича зародилась мысль об устройстве географической коллекции, которую он считал лучшим наглядным пособием по географии. С поразительной настойчивостью и терпением он начал собирать на собственные средства экспонаты, в чем ему помогали многочисленные знакомые и ученики. К концу жизни им была собрана уникальная коллекция «образцов природного богатства и производства многих стран земного шара, представителей флоры и фауны, географических карт и инструментов». Согласно каталогам, коллекция, которую он разместил в своем доме, содержала свыше 3100 экспонатов. Для ее описания дважды издавался систематический каталог (в 1985 и 1901 гг.).

Свободный доступ к коллекции по воскресным и праздничным дням имели все ученики средних учебных заведений Киева. Николай Трофимович лично встречал посетителей и давал необходимые разъяснения. Более близкий круг учеников после официальных часов приема собирался в небольших жилых комнатах (лучшие комнаты своей квартиры Черкунов отдавал коллекции), и здесь начиналась географическая игра на конфеты и премии. По читаемому хозяином билету – перечню естественных произведений или описанию местности ученик-гость, выбравший ту или иную страну, должен был узнать все относящееся к ней объекты и характеристики. Далее ученик, набравший ранее других определенное число билетов, считался выигравшим и заносился в специальную книгу. Тридцать выигрышей давали право на книгу, которая торжественно ему вручалась. В ходе такого обучения воспитанники Н.Т. Черкунова составляли себе общее представление о географии, хорошо знали природные особенности всех стран земного шара и производство отдельных государств [1-3].

Учеником Н. Черкунова был известный писатель Константин Паустовский. Хотя он учился в Первой Киевской гимназии всего один год, но этого хватило для того, чтобы, спустя много лет, воссоздать яркий образ учителя географии Н.Т. Черкунова в книге «Далекие годы» [5]. Хотя имя учителя в ней немного изменено, в повествовании Паустовского в деталях воспроизведен запомнившийся многим ученикам живой образ Николая Трофимовича. Он был похож на доброго старого гнома, говорил тихим и приятным голосом, рассказывал удивительные истории из личных путешествий и, желая заинтересовать своих учеников, приносил на урок географии экспонаты домашней коллекции – например, бутылки с водой из Рейна, Нила, Мертвого моря, Лимпопо. Следует отметить, что анализ каталогов коллекции Черкунова показывает, что там действительно хранилась вода из Мертвого моря и других водоемов, привезенная им и его учениками.

Обсуждение результатов

Изложенные в статье сведения о жизни и профессиональной деятельности Н.Т. Черкунова дают общее представление о его методических подходах к преподаванию географии и личных качествах.

К сожалению, время стирает следы биографии любого человека, и отдельные факты из жизни Николая Трофимовича уже невозможно восстановить, например, место его рождения, сведения о семье, в которой он родился и вырос (в частности, есть информация о том, что фамилия «Черкунов» не первоначальная). Известно, что Н.Т. Черкунов много путешествовал, но где именно, и как проходили его маршруты, известно очень мало. Нами не были найдены и проанализированы некоторые работы методического плана, которые могут представлять интерес для современного учителя, включая издания, посвященные учебным географическим играм и задачам. Мало сведений сохранилось о взаимоотношениях Черкунова с коллегами-географами и другими известными людьми того времени – Н.И. Пироговым, К.Д. Ушинским, М.С. Грушевским. Далеко не все известно о судьбе собранных Черкуновым экспонатов.

Вместе с тем, приведенные нами факты и рассмотренные методические подходы свидетельствуют о том, что деятельность Н.Т. Черкунова на поприще школьного географического образования является образцом служения профессии и детям, которым он нес свет знаний и любовь к предмету.

Выводы

Среди славных имен, внесших значительный вклад в развитие школьной географии, особое место занимает имя Николая Трофимовича Черкунова – Учителя, Личности, Ученого, отдавшего свои силы и талант делу образования подрастающего поколения. Исследование, проведенное нами на основе анализа публикаций, отзывов учеников, сохранившихся архивных документов, позволило восстановить отдельные этапы биографии, рассмотреть приоритеты профессиональной деятельности Н.Т. Черкунова.

Известно, что на Митрофаньевском кладбище Санкт-Петербурга планируется создать пантеон в память о тех знаменитых людях, которые там захоронены. Несомненно, включение в этот список имени Н.Т. Черкунова (на основе ходатайства РГО перед соответствующими службами) было бы достойным вкладом в увековечение его памяти.

Литература

[1] *Анциферов Н.П.* Из дум о былом: Воспоминания – М.: Феникс: Культурная инициатива, 1992. – С. 84.

[2] *Иванов И.* Учитель Паустовского. / «В мире книг». – 1973, № 1. – 63 с.

[3] К портрету Николая Трофимовича Черкунова. / «Мир Паустовского», – 2006, №24.

[4] Молодые побеги: Памяти учителя-друга Николая Трофимовича Черкунова – К.: Типография С.В. Кульженко, 1906.

[5] *Паустовский К.Г.* Далекие годы. / Повесть о жизни. – Собр. соч., Т.4. – М.: Изд-во «Художественная литература». – С. 87-96.

[6] Столѣтіе Кіевской первой гимназіи. (1809- 1811-1911г.г.), Т. I . – Кіевъ, 1911. – С. 207-208.
[7] *Черкунов Н.* Образовательное значеніе географіи (рѣчь, произнесенная на торжественном актѣ К. I Г. 13 октября 1885 г.) . – Кіевъ, 1885. – 22 с.
[8] *Хлебосолова О.А.* Учитель – центр школьного географического образования / География в школе. – 2014. №5. – С.4-12.

S u m m a r y. This study includes an analysis of the life and pedagogical activity of N.T. Cherkunov. The biography of the teacher has been restored, the priorities of professional activity are revealed.

СИСТЕМНОСТЬ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАУКИ И ЕЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Е.М. Нестеров, В.П. Соломин
РГПУ им. А. И. Герцена, nestem26@mail.ru

SYSTEM OF GEOECOLOGICAL SCIENCE AND ITS THEORETICAL BASIS

E.M. Nesterov, V.P. Solomin
Herzen State Pedagogical University, St. Petersburg

Абстракт. В теории Науки о Земле без геоэкологии невозможно наметить пути решения современных экологических проблем – изменение климата планеты, снижение природного биоразнообразия, опустынивание; металлизация ландшафтной сферы и другие. В теории и практике образования исключить круг вопросов геоэкологического характера также не представляется сегодня возможным.
Ключевые слова: геоэкология, системность, теоретические основы, образование.

Введение

Многообразие понимания содержания геоэкологии, не свойственное сформировавшимся наукам, следует исключить из практики и, переходя в область теории, разработать относительно однообразное толкование термина. Следует соотносить свои действия с существующими нормативными документами и соглашаться с ними или менять их

Согласно В.Т.Трофимову [1] главной задачей геоэкологии является изучение влияния абиотических сфер Земли на состояние биоты. В процессе формирования теории геоэкологии необходимо с единых позиций подойти к анализу экологической роли всех абиотических сфер Земли, к разработке классификаций экологических функций каждой из них и сформировать новую структуру геоэкологии как действительно междисциплинарной науки.В теории антропогенеза без геоэкологии невозможно наметить пути решения современных экологических проблем – изменение климата планеты, снижение природного биоразнообразия, опустынивание; металлизация ландшафтной сферы (биосферы) и другие [2]. В теории и практике образования исключить круг вопросов геоэкологического характера не представляется сегодня возможным [3].

Методология

Биосфера в биологии и выделяемая географами географическая оболочка пространственно значительно уже пространства системы Земля в целом, но сужение пространства может иметь ряд достоинств, как, например, возможности функционирования и, следовательно, анализа «единой» биолого-географо-геологической системы в рамках «ландшафтной сферы», объединяющей в себе понятия земной коры, гидросферы и тропосферы. Данная система полностью охватывает пространство приложения географии, почти целиком биологии, учитывает и важнейшие интересы геологии. Хотя система не имеет ни дна, ни покрышки, она хорошо позволяет оценить проблемы взаимодействия и интеграции наук в области естествознания и социосферы. Геоэкологические условия существования человечества складывается из фоновых природных условий, к которым мы приспособились (или приспосабливаемся), и их изменений. Последние могут быть результатом, как естественных вариаций природной среды, так и наших воздействий на неё, а часто комбинаций того и другого. Изменения параметров среды могут влиять на человека как непосредственно, так и косвенно: через изменения объектов его социальной и хозяйственной деятельности (сооружения, растительный и животный мир, в том числе окультуренный, почва, вода и т.п.) [4]. Именно такие воздействия мы имеем в виду, когда говорим об ухудшении экологической обстановки или её улучшении в рамках ноосферной концепции.

Системный мониторинг эволюции

Отношения, существующие с начала коэволюции биологической и биокосной среды, можно условно назвать перманентным (постоянным) экологическим кризисом. Перманентный экологический кризис биосферы нашей планеты, стимулирует обращение к истории геоэкологических кризисов прошлого. Они случались в истории Земли еще задолго до появления человека и вели к вымиранию множества систематических групп. Наиболее известен кризис в конце мелового периода, вызвавший вымирание динозавров и сопутствовавшей им биоты мезозоя и открывший путь к развитию покрытосеменных, высших насекомых, млекопитающих и птиц в кайнозое. Еще более серьезная глобальная экологическая катастрофа имела место в связи с появлением в архее свободного кислорода в атмосфере Земли, что привело к почти полному вымиранию анаэробной биоты и к революционному формированию совсем другого мира. Таким образом, геоэкологическая проблематика имеет место быть со времени появления жизни на Земле, а геоэкология получает право на историческую методологию и, как следствие, обладает признаками исторической и эволюционной науки.

В ходе четвертичного периода ускоряются резкие изменения климата, чередование ледниковых и межледниковых эпох, колебаний уровня мирового океана, морей и озер, преобразований растительного и животного мира, с особенной силой проявившихся в высоких широтах [5]. Голоцен – текущий отрезок геологической истории последовал за окончанием последнего оледенения,

охватывает последние 12 тыс. лет и является самым динамичным временем экологической эволюции. А нам приходится в нем жить.

Для выработки стратегии поведения общества в ожидании природных катастроф важно иметь в виду, что наряду с такими почти мгновенными катастрофами, как землетрясения, цунами или наводнения, существуют скрытые катастрофы – природные явления, развивающиеся медленно и приводящие к катастрофическим событиям через десятки и сотни лет. К числу скрытых катастроф относятся оледенения, подъёмы (трансгрессии) и падения (регрессии) уровня моря и больших озёр, опустынивание, заболачивание, эрозия и абразия, плавные тектонические движения. Требуются некие критические эпизоды – наложение более частых флуктуаций природных явлений (например, наложение засушливого сезона на длительно развивающееся иссушение), чтобы скрытая катастрофа стала очевидной. Ещё большие интервалы времени необходимо исследовать, чтобы установить периодичность землетрясений в активных зонах (сейсмотектонические циклы), т.е. среднюю повторяемость событий или эпох частых сильных землетрясений. Наличие скрытых катастроф и важность оценки закономерностей повторяемости катастрофических явлений обязывают рассматривать геоэкологические проблемы в исторической ретроспективе. Без такого направления исследований нельзя понять роль геоэкологических факторов в современной жизни и делать какие-либо прогнозы в этой области. Необходимость исторического подхода определяется и тем, что вариации геодинамических параметров среды оказывали на жизнь людей не только отрицательные, но и положительные воздействия. Осознать их значение можно опять-таки лишь в историческом контексте.

Рассмотрение климатических изменений в ряду геодинамических явлений требует пояснения. Геодинамические явления отчасти обусловливают похолодание последних миллионов лет. Так, высокая площадь континентов, обилие суши и гор увеличивает теплоотдачу планеты и усиливает контрастность климатической зональности. Однако в течение голоцена (последние 12 000 лет) прямые воздействия геодинамики на климат не были определяющими. За последние 100 лет средние температуры климатической системы Земли возросли на 0,6°С. В масштабе планеты в целом это много и служит главным аргументом апологетов глобального потепления. Важным свидетельством такого потепления признается сокращение площадей полярных льдов. Но за последние три года их объемы восстановились. С завершением текущего цикла активности солнца потепление может оказаться временной аномалией – предшественницей глобального похолодания.

Почти все обсуждаемые явления и структуры являются открытыми диссипативными системами, через границы которых осуществляется обмен энергией и веществом. Системный подход к исследованию влияния геодинамики на человеческие сообщества позволяет избежать «геодинамического» детерминизма. Сейчас нередко выражается обеспокоенность сокращением численности населения России. Однако в целом этот процесс не является отрицательным фактором устойчивого развития. Он происходит в большинстве развитых стран, где стабильная численность поддерживается за счёт иммиграции. По существу,

для обеспечения устойчивого развития России нужен не рост, а стабилизация численности населения [4]. Сохраняющаяся экстенсивность российской экономики создает дополнительный прессинг на окружающую среду, но он относительно невелик из-за низкой плотности населения. Доля России в общей эмиссии CO2 составляет сейчас 5,7% и примерно столько же поглощают леса России [6]. Если к этому прибавить ту роль, которую играет в выводе углерода из атмосферы Мировой океан, то эмиссия, производимая Россией, почти вдвое уступает её допустимой доли, частично используемой другими странами. Судя по стоимости мероприятий, осуществляемых в США для снижения эмиссии CO2, такое использование российской доли экономит им триллионы долларов, и Россия вправе ставить вопрос о возмещении ей этой экологической ренты. В.Г. Горшков [7] подсчитал, что для того, чтобы полностью остановить современные техногенные изменения глобального круговорота углерода, необходимо вдвое сократить освоенную человечеством часть суши, которая в таком случае должна составить примерно треть её площади. Именно такому оптимальному для сохранения биосферы варианту соответствует процент освоенной территории России.

Многообразие взаимоотношений в природе, многоуровенные отношения между природой и техногенно преобразованной средой, сложные процессы в социосфере предопределяют и разнообразие подходов как в определении места экологии в системе наук, так и ее структуре. Наверное, предпочтение можно отдать единому геоэкологическому подходу, но у него нет еще достаточной теоретической и методологической базы. Регламентировать принятие решений геоэкология не может. Но в обеспечении экологически ориентированной геоэкологической информацией людей (социум), принимающих решения, заключается одна из главных ее задач.

Подготовка населения к разного рода негативным природным событиям имеет важное значение. Полученные в процессе образования знания и умения позволяют человеку адекватно реагировать на динамику изменений окружающей среды. Современное образование должно обеспечивать опережение по отношению к требованиям, предъявляемым к специалистам в настоящее время, а пока оно характеризуется значительным отставанием. Опережение образовательного процесса над злобой дня лежит сегодня в области единого в рамках науки о Земле образовательного пространства геологии, географии и биологии (как следствие геоэкологии), где поиски общего превалируют над существом различий. В теории антропогенеза без геоэкологии невозможно наметить пути решения современных экологических проблем – изменение климата планеты, снижение природного биоразнообразия, опустынивание; металлизация ландшафтной сферы (биосферы) и другие. В теории и практике образования исключить круг вопросов геоэкологического характера не представляется сегодня возможным [3].

Заключение

Важнейшей задачей геоэкологии в целом и экологической геологии в частности является формирование экологической грамотности общества на

всех ступенях образования. В России этой проблеме уделяется крайне малое внимание. В результате мы имеем почти безграмотное в геоэкологическом отношении население. Предотвратить катастрофы природного и антропогенного характера не в состоянии и геоэкологическое образование [8]. Но минимизировать последствия и даже избежать их, вооружив человека знанием и прогнозом можно и нужно. Формирование теории геоэкологии – дело не слишком далекого будущего. Как следствие, следует ожидать настоящей интеграции базовых наук геоэкологии и превращения ее из междисциплинарного научного направления в самостоятельную полноценную науку.

Литература

[1] *Трофимов В.Т.* Парадоксы современного понимания содержания, структуры и задач геоэкологии и о возможном пути их преодоления. / Геоэкологические проблемы современности: Доклады 2-ой Международной научной конференции. – Владимир: ВГГУ, 2008.

[2] *Федотов В.И.* Антропогенез и глобальные геоэкологические проблемы. / Геоэкологические проблемы современности: Доклады 2-ой Международной научной конференции. – Владимир: ВГГУ, 2008.

[3] *Соломин В.П., Нестеров Е.М.* Геологическое образование в современном университете и вне его. / Материалы VII Российско-Американская научно-практической конференции. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2005.

[4] *Трифонов В.Г., Караханян А.С.* Динамика Земли и развитие общества. ОГИ Москва, 2008.

[5] *Астахов В.И.* Начала четвертичной геологии. СПБГУ, 2008.

[6] *Горшков В.Г.* Физические и биологические основы устойчивости жизни, ВИНИТИ, 1995.

[7] *Лосев К.С.* Экологические проблемы и перспективы устойчивого развития России в XXI веке. М.: Космосинформ, 2001.

[8] *Нестеров Е.М.* Концептуальные аспекты Науки о Земле и ее место в образовании. / Труды 12 Съезда РГО. Модернизация системы географического образования: Сб. Т.7. 2005. `

S u m m a r y. In the Science theory without geoecology it is impossible to plan ways of the decision of modern environmental problems – planet climate change, decrease in a natural biodiversity, desertification; metallization landscape сферыи others. In the theory and formation practice to exclude a circle of questions of geoecological character also it is not represented today possible.

ЗЕМЛЯ В СОЛНЕЧНО-ЮПИТЕРИАНСКОЙ СИСТЕМЕ

А.Ю. Ретеюм
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва

THE EARTH IN THE SOLAR-JUPITERIAN SYSTEM

A.Yu. Reteyum
Moscow State University. M.V. Lomonosov, Moscow

Аннотация. Факты говорят о том, что Юпитер при близком расположении вызывает сильное возмущение тела Земли, особенно в Южном полушарии. Периодически активизируются процессы миграции и дифференциации вещества, которые за миллионы лет привели к формированию земной коры с повышенной плотностью и увеличению ее массы южнее экватора. Тем самым становятся понятными две особенности Земли, не находившие до сих пор объяснения: океаничность Южного полушария и приращение его объема. Причина наклона оси вращения планеты также связана с влиянием Юпитера. В момент прохождения точки перигелия Земля обращена к Солнцу Южным полушарием, и тогда периодически на нее действуют совместно силы со стороны планеты-гиганта и звезды, которые отклоняют от вертикали ее ось вращения. В мезозое угол земной оси был меньше, поэтому климатические сезоны не отличались контрастностью.
Ключевые слова: Солрнечная система, ритмы, наклон земной оси.

Введение

Наша планета имеет три важнейшие черты: наклон к плоскости эклиптики, преобладание океанов в Южном полушарии и его увеличенный объем. Угол земной оси с точностью до минут измерил еще в 1100 г. до н.э. китайский астроном Чу Ли. Более 500 лет назад (в 1491 г.) М. Бехайм создал первый глобус, на котором показал распространение суши преимущественно в Северном полушарии. В 1959 г. при изучении траектории спутника Авангард-1 обнаружилось, что Земля имеет грушеобразную форму. В прошедшие века и годы эти фундаментальные явления (наряду с вращением небесных тел) было принято рассматривать как данность, не имеющую удовлетворительного научного объяснения.

Ниже представлены доказательства наличия зависимости свойств планеты от орбитального движения гигантского Юпитера.

Системообразующий Юпитер

Как известно, около половины населения Млечного пути образуют двойные звезды, которые объединены очень тесными связями. Нечто подобное наблюдается в ближайшем космосе. Астрономические характеристики резко выделяют Юпитер из ряда холодных небесных тел, позволяя говорить о его звездоподобности. Имеется в виду то, что он обладает атмосферой, получающей тепло из недр и по плотности вещества близок к Солнцу, превосходя Солнце по напряженности магнитного поля.

Уникальность воздействию на среду Юпитера должны придавать следующие его особенности:

1. большая разница расстояний до Солнца и Земли при движении по орбите, составляющая 76 млн. км или 10% за 11,862 года сидерического цикла и 375 млн. км или 63% за 396-404 дней синодического цикла соответственно;

2. огромная масса, превышающая земную в 318 раз, а суммарную планетную – в 2,5 раза;

3. наклон орбиты к плоскости эклиптики под углом 1°18’17”;

4. крайнее южное положение точки перигелия;

5. вращение с максимальной для околосолнечных небесных тел угловой скоростью в прямом направлении (при продолжительности периода равной 9 час. 56 мин.);

6. смещение общего центра масс с Солнцем за его пределы (на расстояние около 7% солнечного радиуса);

7. очень мощное магнитное поле.

Значительный энергетический потенциал Юпитера превращает его во второй центр нашей планетной системы.

Юпитер и Солнце

Есть основания думать, что небесные светила окружены оболочками из трансводородного газа. Справедливость этого утверждения может быть проверена постановкой строгого критического эксперимента. Поскольку в соответствии с правилом механики, тела, вращающиеся в одном направлении, при их соприкосновении оказывают взаимное тормозящее влияние, активность полушарий Солнца должна меняться в соответствии с положением Юпитера. Следует ожидать, что планета-гигант, которая, как и звезда, вращается в прямом направлении, при своем движении у точки афелия (севернее экватора) будет уменьшать площадь солнечных пятен в Северном полушарии по сравнению с Южным полушарием, а, находясь у точки перигелия (южнее экватора), будет оказывать противоположное действие. Результаты обработки материалов наблюдений Гринвичской обсерватории дают подтверждение выдвинутой гипотезы (рис. 1).



Рис. 1. Изменение площади солнечных пятен на Северном полушарии Солнца в течение цикла Юпитера (осреднение за период 1874-2017 гг.) с трендом.
Источник: расчет по данным Royal Greenwich Observatory – USAF/NOAA Sunspot Data

Благодаря эффекту замедления, активность Солнца в целом резко снижается во время близкого пролета Юпитера (рис. 2).

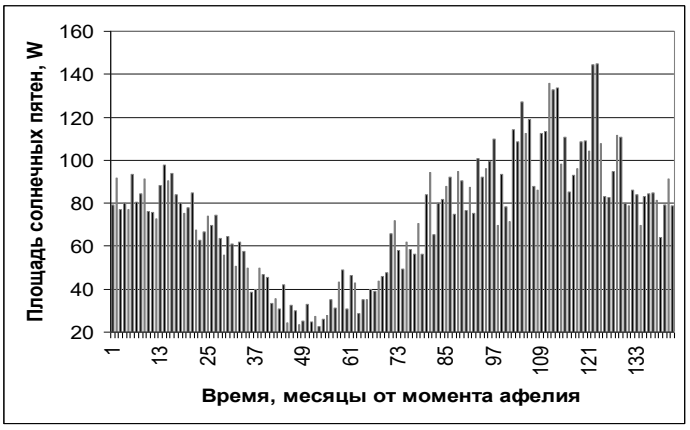


Рис. 2. 12-летний ход солнечной активности, обусловленный орбитальным движением Юпитера (медиана за период 1756-2017 гг., 21 цикл).
Источник: расчет по данным World Data Center for the production, preservation and dissemination of the international sunspot number

Таким образом, перед нами факт исключительной значимости: внешний контроль солнечной активности, существующий, несмотря на различия размеров планеты и звезды.

Движение Юпитера и геодинамика

Если Юпитер способен, благодаря эллиптичности и наклону своей орбиты, менять солнечную активность, будучи в 10 раз меньше звезды по диаметру, то, очевидно, и Земля должна испытывать возмущения при сближении с ним. Можно до опыта предсказать, что перемещение газового гиганта около точки перигея будет сопряжено с деформациями литосферы. И действительно, такой процесс фиксируется по увеличению частоты сильных землетрясений с $M \geq 7$ (рис. 3).

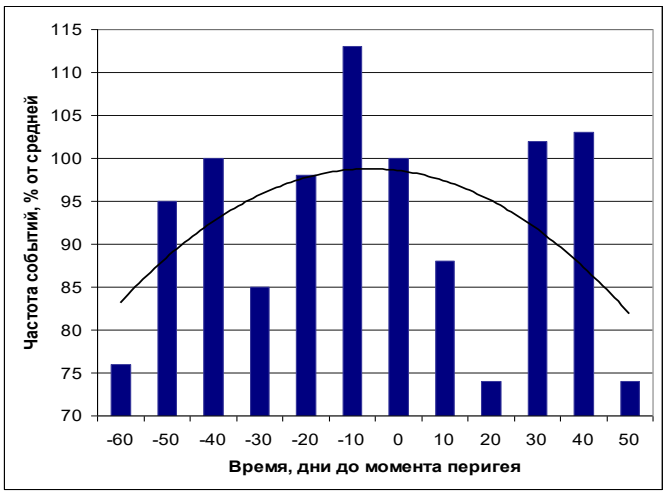


Рис. 3. Сейсмическая аномалия, регулярно возникающая в те дни, когда происходит встреча Земли и Юпитера в космосе (осреднение по 872 событиям за период 1900-2018 гг.). Источник: расчет по данным International Seismological Centre

Отклик полушарий Земли, как и Солнца, определяется временем относительно момента наибольшего удаления Юпитера. Напряжения в литосфере Южного полушария естественно повышаются в середине цикла, когда второй

центр планетной системы находится на кратчайшей дистанции. Соответственно это полушарие временно приобретает большую сейсмическую активность, чем Северное полушарие (рис. 4).

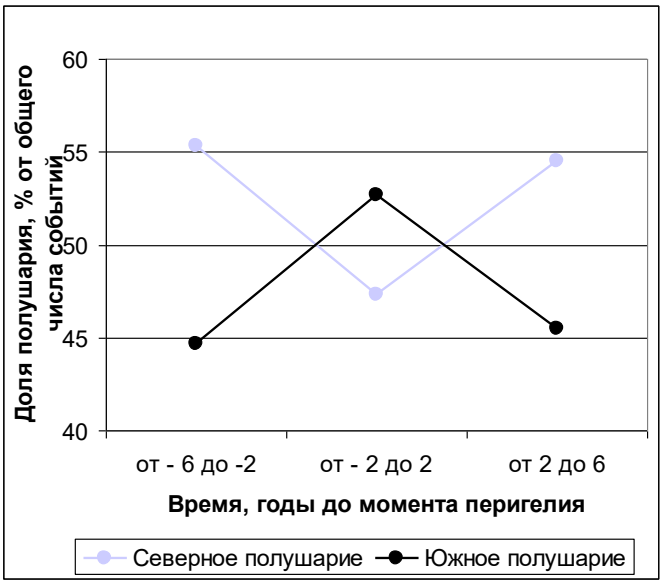


Рис. 4. Соотношения частот землетрясений с M ≥ 5 в Северном и Южном полушариях в разные годы цикла Юпитера (период 1993-2005 гг., осреднение по 38877 событиям).
Источник: Ibid.

Сигналом увеличения внешних сил, действующих на Южное полушарие Земли при Юпитере в перигее, служит также рост числа вулканических извержений (рис. 5).

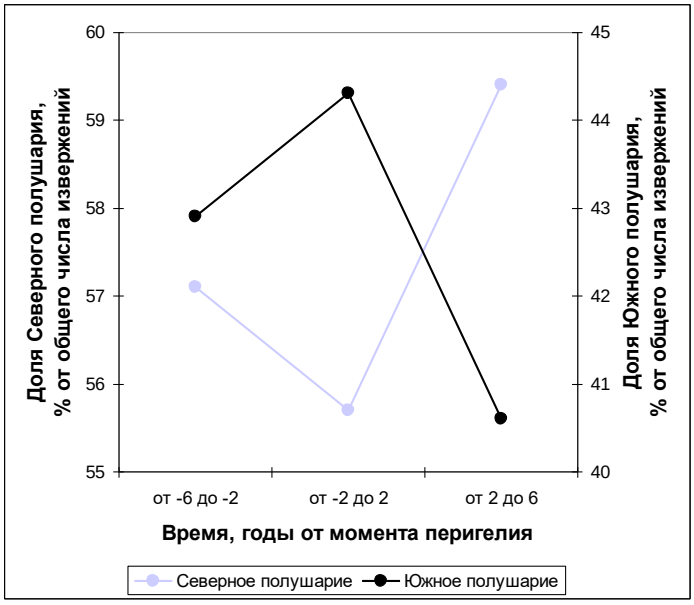


Рис. 5. Распределение вулканических извержений по годам цикла Юпитера в Северном и Южном полушариях (период 2005-2017 гг., осреднение по 453 событиям).
Источник: расчет по данным Smithsonian Institution, Global Volcanism Program.

Видимо мы сталкиваемся с проявлениями крутящего момента и гравитации планеты-гиганта, которые ранее оставались незамеченными.

Отражения Юпитера во внешних оболочках

Принимая во внимание вышеизложенное, логично высказать предположение, что гидросфера и атмосфера в пределах Южного полушария также испытывают воздействие со стороны Юпитера на близких расстояниях. Оно находит полное подтверждение в собранных автором сведениях. Иллюстрацией сказанного служит феномен повышения уровня океана у Новой Зеландии после того, как Юпитер миновал точку перигелия в мае 1999 г. (рис. 6).

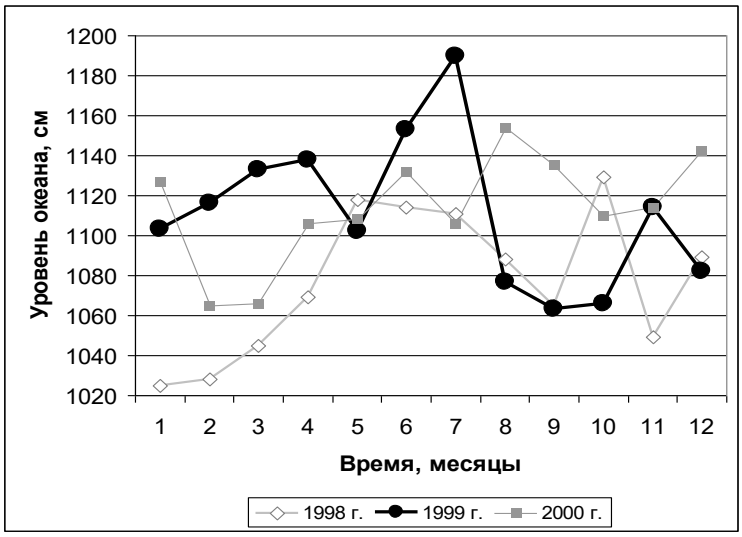


Рис. 6. Уровни океана на станции Веллингтон.
Источник: по данным GLOSS database - University of Hawaii Sea Level Center.

Второй пример касается случая образования зоны аномально большого давления в атмосфере высоких широт Южного полушария в марте 2011 г., когда Юпитер в последний раз был в перигелии (рис. 7).

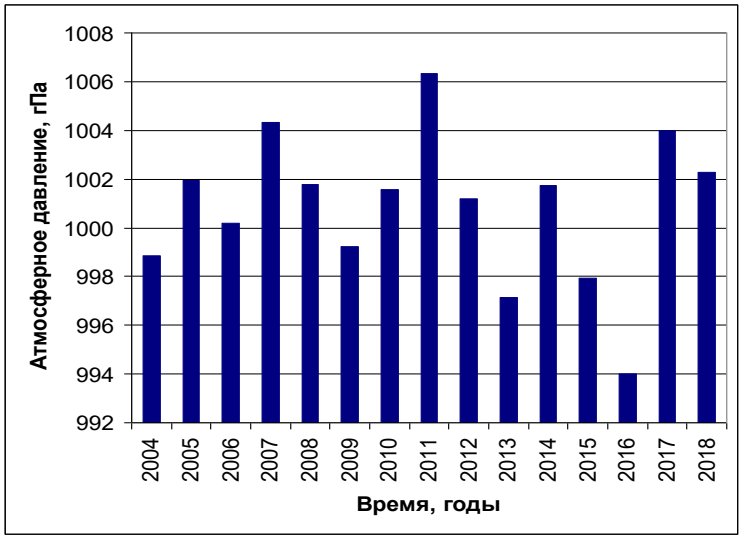


Рис. 7. Атмосферное давление на уровне моря в марте на широтах 60-90° ю.ш.
Источник: по данным The NCEP Reanalysis Dataset.

Реакции водной и воздушной геосфер на движение Юпитера можно считать прочным эмпирическим обобщением.

Заключение

Многочисленные факты говорят нам о том, что Юпитер при близком расположении вызывает сильное возмущение тела Земли в целом и, особенно, в Южном полушарии. В связи с этим, очевидно, периодически активизируются процессы миграции и дифференциации вещества, которые за миллионы лет привели к формированию южнее экватора земной коры с повышенной плотностью и увеличению ее массы.

Тем самым становятся понятными две особенности Земли, не находившие до сих пор объяснения: во-первых, океаничность Южного полушария и, во-вторых, приращение его объема. Что касается причины наклона оси вращения планеты, она также связана с влиянием Юпитера. В момент прохождения точки перигелия Земля обращена к Солнцу Южным полушарием, и тогда периодически на нее действуют совместно силы со стороны планеты-гиганта и звезды, которые отклоняют от вертикали ее ось вращения. Отсюда следует, что в мезозое угол земной оси был меньше, поэтому климатические сезоны не отличались контрастностью. В палеозое, возможно, ось вращения имела вертикальное положение.

S u m m a r y. Facts suggest that Jupiter, when closely located, causes a strong perturbation of the body of the Earth, especially in the Southern Hemisphere. The processes of migration and differentiation of substances are periodically activated, which for millions of years led to the formation of the earth's crust with increased density and an increase in its mass south of the equator. Thereby, two features of the Earth become clear, which have not yet been explained: the oceanicity of the Southern Hemisphere and the increment of its volume. The reason for the inclination of the axis of rotation of the planet is also associated with the influence of Jupiter. At the moment of passing the perihelion point, the Earth is facing the Sun by the Southern Hemisphere, and then periodically it is acted upon jointly by forces from the giant planet and the stars, which deviate its axis of rotation from the vertical. In the Mesozoic, the angle of the earth's axis was less, so the climatic seasons did not differ in contrast.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЕКТ «ОЙКУМЕНА: МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНИМАЦИЯ»

А.А. Соколова

Дворец творчества детей и молодежи Колпинского района Санкт-Петербурга
РГПУ им. А. И. Герцена, г. Санкт-Петербург, falcones@list.ru

EDUCATIONAL PROJECT « ECUMENE: MODELING AND ANIMATION»

A.A. Sokolova

The Palace of creativity of children and youth in Kolpinsky district of St. Petersburg
Herzen State Pedagogical University. St. Petersburg

Аннотация. В основу проекта положена концепция ойкумены как реально и виртуально освоенной и изученной социальной общностью части геопространства. Проект объединяет образовательные программы (модули), нацеленные на изучение географии, истории и культуры своего края, создание предметных и виртуальных моделей геопространства – ойкумены разного типа и уровня сложности и проектную деятельность исследовательской, педагогической, социальной направленности. Субъектами освоения ойкумены в проекте выступают: детские и молодежные объединения туристско-краеведческой направленности; обучающееся

по дополнительным общеобразовательным общеразвивающим программам; семейные коллективы.

Ключевые слова. Геопространство, ойкумена, дополнительная образовательная программа, туристско-краеведческая деятельность.

Введение

Туристско-краеведческая деятельность в системе основного и дополнительного образования традиционно рассматривается как процесс освоения обучающимися комплекса знаний по географии, истории, культуре своего края и приобретения опыта туристской, экологической и социально-культурной деятельности. Педагогическое сообщество, осознавая высокий образовательный потенциал туристско-краеведческой деятельности, активно ищет новые подходы и педагогические технологии, которые позволят успешно осуществлять средствами краеведения и туризма личностное развитие обучающихся, воспитание патриотизма, формирование эмоционально-ценностного отношения к региональному наследию и навыков бесконфликтного поведения в природе и социуме.

Развивая краеведческий принцип преподавания географии «От близкого и родного к далекому и неизвестному» можно предложить использовать в качестве концептуальной основы краеведческих проектов и программ представление об *ойкумене* как субъективно воспринимаемом географическом пространстве, которое расширяется по мере освоения и познания новых территорий и обладает рядом специфических свойств (центрированность, концентрическая зональность, переменная масштабность, семантическая неоднородность). В иерархии масштабов ойкумены наиболее часто выделяют четыре уровня (ступени) – элементарный (поселение, микрорайон), локальный (муниципальное образование), региональный (субъект РФ), планетарный. Свойства ойкумены фиксируются с помощью количественного и качественного анализа языковой, географической, графической и текстовой информации, в том числе нарративных источников, печатных и электронных СМИ и т. д.

Актуальность дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программ, интегрированных в образовательный проект «Ойкумена: моделирование и анимация», обусловлена возможностью использования для разных ступеней школы и обеспечения выполнение требований ФГОС основного общего образования – включение учащихся в активную деятельность по формированию универсальных учебных действий (практическую, исследовательскую, проектную), развитие морально-нравственные качеств, приобретение собственного опыта познания окружающего мира.

Инновационность проекта связана с реализацией его развивающей функции. Площадь *своего* пространства – ойкумены увеличивается с переходом от локального уровня к региональному и планетарному. Соответственно более сложными и социально-ориентированными становятся предметные, картографические, виртуальные и когнитивные модели ойкумены и проектная деятельность обучающихся по изучению и анимации географического пространства. В условиях трехступенчатой модели освоения программ этот процесс происходит согласованно с процессом взросления участников проекта.

Объекты и методы

Объекты исследования – географическое пространство – ойкумена и ее природная и социокультурная составляющие. В качестве объектов комплексного изучения в проекте представлены:

- ойкумена как окружающий обучающегося мир, «одомашненное» пространство, осваиваемое в процессе познавательной, творческой и практической деятельности туристско-краеведческой и социальной направленности;
- ойкумена как среда существования этноса, социальной общности, информация о которой формируется в ходе хозяйственной, обрядовой, рекреационной и иных видов деятельности и аккумулируется в культурах традиционного и современного типа;
- человек как субъект восприятия ойкумены; создаваемые им воображаемые миры, образы своих и чужих территорий, населяющих их этносов.

Предмет исследования. Ойкумена как объект познания, среда формированию универсальных учебных действий и реализации исследовательский, педагогических, социальных программ туристско-краеведческой направленности. В качестве субъектов освоения ойкумены выступают: детские и молодежные объединения туристско-краеведческой направленности; обучающееся по дополнительным общеобразовательным общеразвивающим программам; семейный коллективы.

Методы и технологии:

- методы региональных исследований в географии и междисциплинарных научных направлениях;
- методы организации деятельности детского объединения;
- методы психолого-педагогической диагностики;
- технологии организации туристско-краеведческой деятельности,
- технологии организации социально-педагогической и экологической деятельности детей и молодежи;
- технологии проведения народных праздников и народных игр.

Дополнительному образованию присущ новаторский характер, большая свобода в выборе содержания, форм и методов обучения, что определяет отбор содержания программ, интегрированных в проект. Концепция ойкумены базируются на теоретических положениях, разработанных в этнологии (этнографии), культурологии, этнолингвистике и гуманитарной географии. Использованы материалы докторской диссертации автора [3]. Модульная структура образовательного проекта позволяет разрабатывать программы разной степени сложности.

Обсуждение результатов

Проект реализуется на основе модульной системы обучения. Основополагающий принцип проектирования и реализации программ модулей – разноуровневость. В зависимости от уровня сложности используются разные формы организации, педагогические методы и средства, типы источников. Выделяются три уровня сложности с повторяющимися наборами (линейками) модулей: «Наш дом и окрестности»; «Наш город (район города, сельское поселение) и

его жители»; «Наш регион, страна и мир». Каждый модуль несет определенную смысловую нагрузку и выполняет свои обучающие и воспитательные функции.

1. Начальный уровень предполагает минимальную сложность учебного материала, общедоступные и универсальные формы его организации. Основная цель – формирование творческого отношения к действительности, развитие мягких навыков креативности, коммуникативности. В центре внимания – ядро ойкумены, ассоциируемое с образовательным учреждением или местом проживания (модуль «Наш дом и окрестности» / «Наш большой двор»). Аналогичный подход используется в обучении детей географии в других странах. Например, во Франции основы географии формируются через понятия *ландшафт, море, река, лес, горы*, а также на конкретном жизненном материале *пространство города, деревни, квартала, дома, домашнего двора* (см. [1]).

В процессе обучения используются наглядные пособия (план местности, объемный макет территории, фотографии, зарисовки, фигурки и макеты из пластилина, аппликации и т. д.). Фонды оценочных средств включают работу с карандашами, акварелью, пластилином, тканью. Анимация ойкумены направлена на преодоление страхов и укрепление психического здоровья ребенка, что особенно важно для возрастных групп 6-7 и 7-8 лет [2]. Для расширения и наполнение ойкумены позитивными образами создаются сказочные карты территории образовательного учреждения и ближайшей окрестности.

2. Базовый уровень нацелен на овладение комплексом знаний краеведческого характер и формирование целостных представлений о географии, истории и культуре поселения, муниципального образования, региона. Основное внимание уделяется модулю «Наш город и его жители (район города, сельское поселение)». Основная цель – формирование познавательных УУД, установление причинно-следственных связей между процессами в живой природе, социуме, природно-социальных взаимодействиях, овладение умениями географического и исторического анализа и интерпретации разнообразной информации. В качестве наглядных пособий используются топографические и специальные географические карты и атласы, базы данных, размещенные в информационно-коммуникационной сети «Интернет». Фонды оценочных средств включают задания, выполняемые с использованием дистанционных образовательных технологий (создание виртуальной схемы поселения с использованием ГИС-технологий). Анимация ойкумены предполагает использование информации о реальных исторических событиях и людях (места исторической памяти, центры локализации народных праздников, городских мероприятий и др.). Экскурсии, туристские походы и экспедиции обеспечивают знакомство с особенностями природы, населения и хозяйства региона и территорий, расположенных за его пределами.

3. Продвинутый уровень. Программы (модули) нацелены на овладение результатами научных отраслевых и междисциплинарных исследований региона (диалектология, топонимика, фольклористика, культурология, этнология, этнолингвистика, лингвогеоиконика, историческая и гуманитарная география, социальная экология и др.), знакомство с методикам изучения фольклора, в том числе детского, народных праздников и игр, приемами исследования восприя-

тии и мифологизации территории в культурах разного типа. Фонды оценочных средств включают проекты, направленные на выявление особенностей восприятия и оценки населением среды проживания и рекреации; оптимизацию городской и рекреационной среды; развитие туризма; задания по проектированию анимационных программ туристско-краеведческой и социальной направленности для разных групп обучающихся (игры, квесты, туристские мероприятия), педагогические проекты, нацеленные на помощь младшим школьникам в создании «сказочных карт» и др.

Для каждого уровня разработана система стимулирующего поощрения достижений. Обучающиеся, освоившие программы отдельных модулей, уровней, проект в целом, получают отличительные знаки и сертификаты (Конструктор ойкумены, Исследователь ойкумены, Аниматор ойкумены, Мастер моделирования и анимации ойкумены и т. д.).

Выводы

Использование концепции ойкумены в образовательном проекте туристско-краеведческой направленности обеспечивает достижение образовательных задач, стоящих перед системой дополнительного образования, и вносит вклад в результаты освоения основной образовательной программы, способствуя, в частности, развитию мягких навыков (soft skills): коммуникативности, креативности, критического мышления, умения работать в команде. Большой вклад в развитие креативности вносит деятельность, направленная на одушевление, одухотворение освоенного пространства (анимация и мифологизация ойкумены, создание сказочных карт и др.).

Проект учитывает возрастные особенности и уровень развития обучающихся, их стартовые возможности. Модели ойкумены могут иметь три уровня (степени) сложности, они создаются на основе картографических навыков, полученных в школьных курсах географии, и ГИС-технологий, а также приемов ментального картографирования, используемых в гуманитарной географии, социологии и психологии, художественного творчества.

Трехуровневая иерархия масштабов позволяет наиболее эффективно использовать краеведческий принцип обучения, а также принципы целостности и комплексности. Ойкумена детского объединения, обучающегося «расширяется» по мере овладения знаниями об окружающее географическом пространстве – от кварталов, прилегающих к месту обучения (проживания), к территории региона, страны и мира.

Предлагаемый образовательный проект не является адресным и может быть адаптирована к использованию в разных регионах России с учетом этнических и конфессиональных особенностей, традиций, социальной структуры. Для предотвращения риска возникновения сепаратистских настроений и других негативных явлений необходимо сочетать познание ойкумены с изучением объективных закономерностей, лежащих к основе пространственно-временной дифференциации геопространства.

Литература

[1] *Кошкина С.Ф.* Отражение в содержании школьной географии Франции краеведческого принципа обучения. / Наука и школа. 2012. №4. С. 65-67.

[2] *Микляева А.В.* Психология детской субкультуры: учебно-методическое пособие. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2018. 228 с.

[3] *Соколова А.А.* Геопространство в традиционной и современной культуре (российский контекст). Дисс. … д-ра геогр. наук. СПб., 2013. 474 с.

S u m m a r y. The article presents the ecumene as part of the studied and developed geographical space. The project «Ecumene: modeling and animation» is intended for children and youth associations of tourist and local lore; for students and family groups. The project combines educational programs (modules) aimed at studying the geography, history and culture of the settlement and the region, creating subject and virtual models of the territory of different types and levels of complexity, as well as project activities in the field of research, of educational and social work. Maps and cognitive models of geographic space and project activities for its study become more complex as project participants grow older.

ПРИНЦИП ЦЕННОСТНОЙ НЕСЛУЧАЙНОСТИ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В.Д. Сухоруков

РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург, suhor@herzen.spb.ru

THE PRINCIPLE OF THE NON-RANDOMNESS OF GEOGRAPHIC EDUCATION

V.D. Sukhorukov

Herzen State Pedagogical University, St. Petersburg

Аннотация. Раскрывается характер географических знаний с точки зрения их ценностного (аксиологического) содержания. Подчеркивается необходимость аксиологизации географического образования, формирования предметными средствами ценностного мировоззрения, соответствующего современному уровню общественного развития.

Ключевые слова: ценность, принцип ценностной неслучайности, аксиологический вектор обучения.

Введение

Географическая картина мира формируется в нашем сознании не столько способом «чистого созерцания», сколько логическим изучением устройства и законодательства, по которому живёт и воспринимается окружающая действительность. Тем временем значение видимой и понимаемой реальности ощущается человеком лишь в опыте ценностного выбора, который выражается суждениями, духовными нормами, этическими идеалами и другими личностными категориями, играющими решающую роль в солидарной жизни. Другими словами, переживаемый нами конкретный мир проникнут эмоционально-волевыми тонами укорененной ценностной значимости [1].

Содержание ценностей лежит в границах человеческой субъективности и эмоций. При этом чувства человека всегда тесно связаны с объективной действительностью и познавательными процессами. Следовательно, научные знания, объясняющие мир, обязаны сопровождаться эмоциональными пережива-

ниями, создающими человеческую практику в качестве пространства предметных форм и живых отношений. То есть, *обучение* как способ приобретения знаний должно быть ценностно ориентированным, обладающим воспитательными функциями, нацеленным на *развитие личности*.

В парадигме личности источником ценностей выступают отношения субъективного мира человека к внешней данности. При этом диалогичность субъективно-объективного воспринимается в контексте «ответственного единства» человеческого сознания и опыта. Именно отсюда проистекает онтологическая *неслучайность* (закономерность) *со-бытийных* картин, обретающих объективную причинность [2].

Принцип ценностной неслучайности географического образования предусматривает выход на аксиологический уровень организации учебного процесса, взятого во всей совокупности составляющих его элементов. Поэтому необходимо убедиться в содержательной незаменимости аксиологического направления для современной геодидактики.

Актуальность вопроса

Аксиологическая установка в образовании является видением всех аспектов педагогического процесса с принципиальных ценностных позиций. Исторически и логически аксиология выступает изначальной платформой дидактики и всякий раз она продолжает давать о себе знать даже там, где ее пытаются не замечать.

Аксиологическая точка зрения ориентирована на соблюдение гармоничного равновесия всех компонентов образования, которые в конкретной педагогической практике часто пребывают в свободном состоянии. Однако ценностная парадигма не означает изъятия классических «зуновских» наработок и присущих им методических закономерностей. Напротив, она обеспечивает предметной методике обучения и воспитания требуемый уровень профессионализма. Более того, на аксиологической платформе основывается сама идея школы – передача опыта жизни через воспроизведение малыми сюжетами всей ценностной картины бытия. Такой ритуал в истории общества остается обязательным для всех, но полное воплощение заложенных в нем возможностей является уделом высокопрофессиональных педагогических личностей.

Сущность ценностной неслучайности географического образования

Необходимость ценностного подхода к образовательному процессу сознается даже в тех условиях, когда педагог имеет дело с сугубо имманентным методическим мышлением, признающим главными лишь знаниевые принципы. В этом случае поступательным становится горизонтальное движение познавательного процесса. Тем временем полноценная аксиологическая методика предполагает выход за пределы (логическое преодоление) этого исходного дидактического уровня, фиксируемого предметными достижениями обучающихся. Более того, действующие сейчас дидактические нормативы прямо обращаются к ценностным принципам. В этом смысле показательна диалектика современного педагогического законодательства, в рамках которого интеллектуальная модернизация системы образования привела, в конечном счете, к новому взгляду на универсальную идею всестороннего развития личности. Подобное

характерно и для географической науки, которая, столкнувшись с кризисом «сайентизма», стала чаще обращаться к гуманитарно-ценностным рецептурам [4]. Поэтому содержание современных географических знаний настойчиво прошивается вертикальной аксиологической осью. Другими словами, за всяким географическим знанием (научным и учебным) располагается его ценностное назначение.

Сущность ценностных представлений в географическом познании заключается в том, что земная поверхность, как и все остальное в пространстве, преломляется через культурологическую и личностную сенсорику человека. Тем самым, географические знания выступают интегратором окружающего мира с ментальными представлениями личности. В указанном единении акцент ставится на соотношение объекта и субъективного сознания, через фильтры которого воплощается географическая данность.

Любой объект или процесс природы, общества, культуры имеет свою ценность, т.е. способен оцениваться с той или иной точки зрения. Следовательно, ценностью является не столько зримое свойство, сколько понимаемое качество, располагающееся в актах эмоционального переживания. Поэтому наряду с материальными ценностями существуют более значимые духовно-нравственные богатства – этические идеалы и убеждения, психологические характеристики личности и явления общественной жизни, традиции и обычаи, моральные нормы и религиозные заповеди, ритуалы и праздники, книги, школы, университеты, форумы и многое другое, без чего не может существовать подлинная и солидарная человеческая жизнь.

Задатки ценностных отношений закладываются в человеке изначально и развиваются с течением малого и большого времени, трактуемого как бесконечный и незавершаемый диалог бытия. При этом лучшее миропонимание прочно закрепляется в личности, создает глубокий индивидуальный отпечаток и широко распространяется вплоть до осязательного национального типа.

Ценностные атрибуты в отличие от правовых норм санкционируются не властью закона, но сознанием человека, могуществом традиций и общественного мнения. Тем самым они определяют высшие человеческие качества, его гражданственность, патриотизм, веру и волю. Это говорит о том, что ценностные категории призваны сохранять человека и продолжать жизнь. Напротив, «освобождая» себя ценностных императивов, человек легко становится жертвой открытого физического насилия и обмана. При этом личность понижается до уровня рефлекторного механизма, теряя достоинство, святость и неприкосновенность. Нравственная испорченность лежит в основе не только общих преступлений, но и более высоко стоящих родов поведения, ведущих к уничтожению человечества [6, с. 187; 7, с. 414-415].

Чтобы обеспечить формирование позитивного ценностно-мировоззренческого климата в современном мире необходимо усилить роль духовно-нравственной культуры. В реальном представлении данная культура – это гуманизм, мыслящий человечность человека, гуманизм, где во главу угла ставится не индивид, но существо человека с его истоком в истине бытия.

Отсюда вытекает необходимость учить людей ценностному пониманию окружающей действительности и соответствию цели своего существования. Механизмом передачи такого опыта остается система образования. При этом само образование становится ценностью, заключающейся в «поглощении человеком своей неорганической природы и овладении ею для себя» [3, с. 23]. Это говорит о том, что знания как решающее условие образования должны быть не только систематическими, но также «полезными» и соответствующими структуре жизни. Человеку необходимо многое понимать, чувствовать и обладать волей, руководящей человеческими желаниями. Люди должны также многое уметь и добиваться в своем деле мастерства. Следовательно, образованный человек обязан не только мыслить действительность, но также ощущать систему мира, чувствовать ее последовательное движение и обретать желания действовать в соответствии с требованиями духа времени.

Заключение

Аксиологический вектор нацеливает современную школу на новый принцип обучения «от образования для всех – к образованию для каждого», учитывающий индивидуальные особенности человека. Самой сложной задачей здесь является формирование ценностного мировоззрения, соответствующего современному уровню общественного развития, учитывающего гуманитарное и духовное разнообразие мира, в котором на смену «человеку разумному» приходит «человек разумно поступающий». Тем временем комплексного методического и диагностического обеспечения деятельности педагогов в этом направлении еще не существует. Поэтому учитель сейчас проигрывает борьбу за умы и души подрастающего поколения [5, с. 249, 266].

Особую озабоченность вызывают уровень и качество знаний о России среди молодежи страны. К сожалению, география вышла здесь на первое место в перечне ключевых областей знаний, в которых наблюдается наиболее сложная ситуация [5, с. 263]. При этом географические знания призваны обеспечивать формирование российской идентичности и достижение соответствующих воспитательных и мировоззренческих результатов. Следовательно, сейчас требуются незамедлительные научно-педагогические меры по решению этой проблемы.

Необходимо согласиться, что современные подходы к обучению и воспитанию на уроках географии должны быть связаны, в конечном счете, с представлениями о российской цивилизационной идентичности. Это стержневое понятие является системой ценностей, набором мировоззренческих принципов, которые осваиваются на разных этапах образования. В свою очередь ценности цивилизационной идентичности выступают базовыми для иных типов идентичности, включая гражданскую. Тем самым, цивилизационная идентичность как особый мировоззренческий комплекс и непосредственно переживаемая эмоционально-ценностная программа, реализуемая педагогическими средствами, необходима для осуществления нашей страной цивилизационного рывка в контексте продвижения России в будущее. Будущее России – это люди, спо-

собные обеспечивать устойчивое развитие национального пространства и воспроизводство национальной уникальности.

Литература

[1] *Бахтин М.М.* К философии поступка. URL: http://www.infoliolib.info/philol/bahtin/postupok3.html#1 (Дата обращения 11.03.2019)
[2] Бахтин Михаил Михайлович.
URL: http://hrono.ru/biograf/bio_b/bahtinmm02.php (Дата обращения 11.03.2019)
[3] *Гегель Г.* Феноменология духа. Философия истории. – М.: Эксмо, 2007. – 880 с.
[4] *Гладкий Ю.Н.* Гуманитарная география: научная экспликация. – СПб.: Филологический факультет СПбГУ, 2010. – 664 с.
[5] *Громыко Ю.В.* Российская система образования сегодня: Решающий фактор развития или путь в бездну? Образование как политическая технология. – М.: ЛЕНАНД, 2019. – 368 с.
[6] *Дюринг Е*. Ценность жизни. – М.: КРАСАНД, 2010. – 320 с.
[7] *Митрополит Иоанн (Снычев)*. Русская симфония. – СПб.: Издательство «Царское Дело», 2007. – 494 с.

S u m m a r y. The nature of geographical knowledge is revealed from the point of view of their value (axiological) content. It emphasizes the need for axiologization of geographical education, the formation of objective outlook values corresponding to the current level of social development by objective means.

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И СМЕЖНЫЕ НАУКИ: НАПРАВЛЕНИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

PHYSICAL GEOGRAPHY AND INTERDISCIPLINARY SCIENCES: DIRECTIONS AND RESEARCH TECHNIQUES

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ КАРСТОВЫХ ВОДОСБОРОВ С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА

Д.В. Абрамов*,**, А.А. Никифоровский**

**Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия*, *dmbrmv96@mail.ru*

***ООО НПО «Гидротехпроект», г. Валдай, Россия*

INVESTIGATION OF THE SURFACE OF KARST WATERSHEDS USING DIGITAL ELEVATION MODELS

D.V. Abramov*,**, A.A. Nikiforovsky**,

**Saint Petersburg State University, St Petersburg, Russia*

***Ltd Gidrotehproekt, Valday, Russia*

Аннотация. Разработан алгоритм, позволяющий инструментами среды ArcGIS выделять трещиноватые структуры на карстовых водосборах. В качестве региона апробирования было выбрано Ижорское плато. Помимо этого, предлагается метод, позволяющий модифицировать модель, полученную по данным SRTM, путём редакции высот, привнесенных лесными массивами.

Ключевые слова: карстовые водосборы, цифровые модели рельефа, формирование стока.

Введение

Карстовый водосбор представляет собой особенный географический региона, который, помимо специфических пород его слагающих, может быть отмечен наличием особенностей строения поверхности рельефа и сложной структурой стока, включающей в себя подземные и поверхностные составляющие [4]. Сама дисциплина построения гидрологических моделей для карстовых водосборов может быть названа довольно новой. Несмотря на то, что карбонатные породы, из которых обычно образуются карстовые системы, по оценкам, охватывают 10-15% мира [8], и помимо масштаба распространения, карстовые водоносные горизонты являются значительным источником питьевой воды [8], и играют решающая роль в поддержании сельского хозяйства [8].

Регион исследований, объекты и методы

Для Ленинградской области нашлась своя «долька» карста: Ижорское плато, расположенное на Юго-Западе города Санкт-Петербурга в настоящий момент времени, является одним из основных источников пресной воды для крупных городов ЛО. Общее количество подземной воды, переданной в Санкт-Петербург по водоводам из карстовых источников на Ижорской возвышенности, расположенных в Ломоносовском районе Ленинградской области, в 2016

году составляет 24,539 тыс. м^3/сут [2]. С ростом потребления растут и риски, связанные с взаимодействием человека и окружающей среды. Если методы, которые используются в работах [3, 5] апеллируют к аппарату математической статистики и ищут корреляцию между дебитами родников и стоком порожденных ими рек, могут дать только косвенную оценку, которая может оказаться несостоятельной в условиях изменяющегося климата, то построение гидрологической модели, описывающей процесс стока на карстовом водосборе, позволит закрыть эту нишу. В качестве примера можно привести [8].

Модель, которая разрабатывается авторами настоящей работы, будет включать в себя несколько блоков. В том числе блок структуры рельефа, а именно, процедуру идентификации трещиноватых структур, которые могут быть названы естественными дренами основного потока грунтовых вод. Поток будет описываться уравнением, полученным при решении Эйлера для вязкой жидкости [1].

Благодаря развитию пространственной информации и геоинформационных систем, в настоящий момент времени мы можем располагать весьма широким инструментарием решений. Подобная реализация стала возможна благодаря развитию возможностей геоинформационных систем и повышения качества пространственных данных, в частности, спутниковых снимков и цифровых моделей рельефа SRTM.

В данной работе будет приведён промежуточный результат, полученный в ходе анализа цифровых моделей рельефа. Благодаря разработанному алгоритму, который позволяет отбросить отметки высот, привнесенные лесными массивами, была получена схема трещиноватых структур, которые по сути своей являются суходолами на рельефе местности. Полученная информация в дальнейшем послужит основой для блока модели, описывающего грунтовый сток на Ижорском плато.

Цифровые модели рельефа в последнее время используются практически повсеместно. Сложно представить решение той или иной задачей природного подтекста, которая бы не апеллировала к этой информации.

Но различные задачи требуют различного класса точности предоставляемой информации. Так, например, при вопросах касающихся зон затопления, экологического моделирования или моделирования гидрологического, являются фатальными те неточности, которые имеют место быть привнесены из-за механизма процесса получения информации. Помимо этого, в зависимости от задачи, перед нами могут вставать дополнительные лимитирования на информацию, которой мы хотим располагать [7]. Сами цифровые модели рельефа, которые, например, можно получить обращаюсь к данным SRTM (в настоящей работе выбрана 4-я версия данного набора данных с разрешением 3 арксекунды [6]), приводят не, сколько информацию, посвященную строгой поверхности земли, а некоторому совокупному набору, включающего в себя помимо информации о поверхности, ещё и отметки высот, привнесенные объектами, которые по своим площадным характеристикам сопоставимы с размерами сетки. Например: лесные массивы, большие здания.

Так как в задаче определения трещиноватых структур на Ижорском плато, возникла строгая необходимость работы с непосредственно самой поверхностью земли, а не совокупной информацией, встал вопрос о разработке алгоритма, который бы подобную информацию мог предоставить.

Основной проблемой наличия лесных массивов стало то, что они привносят дополнительные уклоны поверхности, относительно которых и выделяются структуры, на местности представленные суходолами. Для автоматического выделения был выбран программный комплекс ArcGIS и инструментарий блока «Гидрология», который очень чувствителен к уклонам местности. А на весьма ровных поверхностях, которым и является Ижорское плато, лесные массивы провоцируют их проявление, что является причиной для создания в логике алгоритма дополнительных основания, для построения ложных ложбин и канавок. Данные сопоставление приведено на рисунке 1. Красные отметки на части b демонстрируют уклоны ~21°, что эквивалентно десяткам метров на местности, в зависимости от катета, рассматриваемого треугольника.

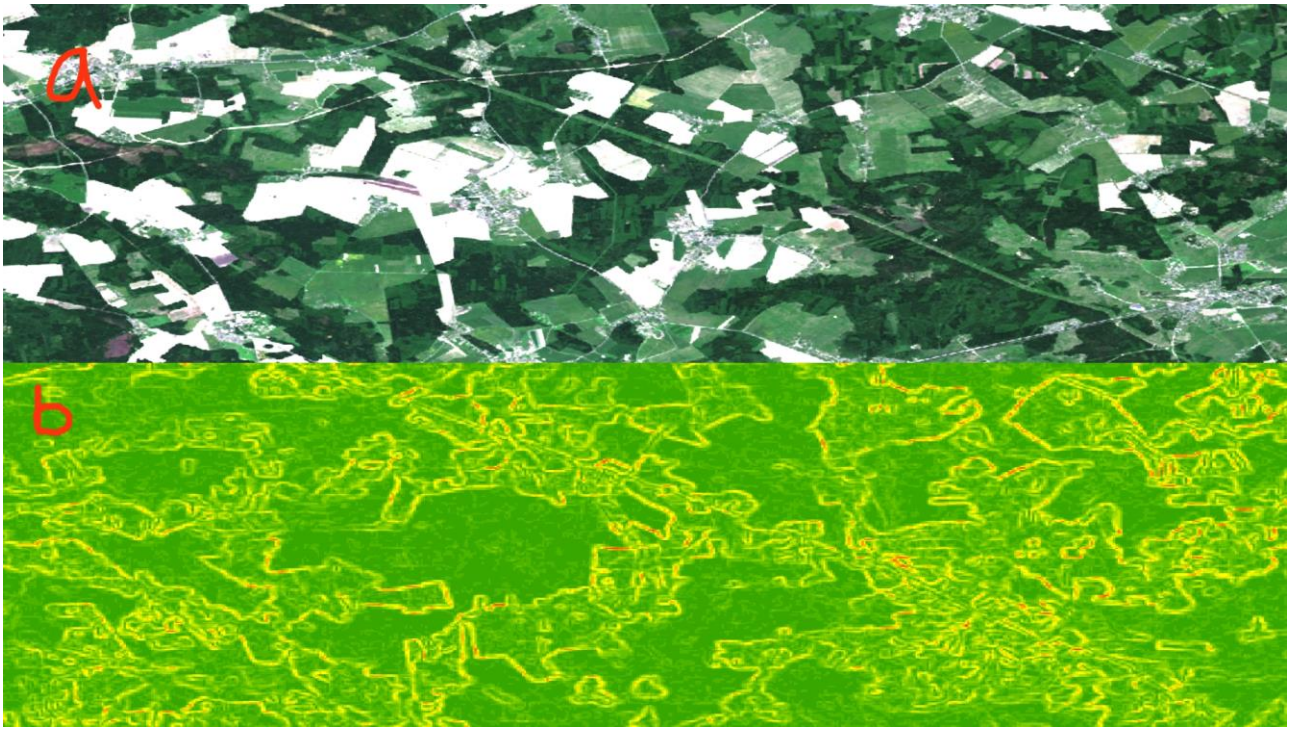


Рис. 1. Уклоны местности, обусловленные лесными массивами.

Так как подобные девиации рельефа пагубно скажутся на итоговой цели, то был разработан алгоритм, который позволяет сгладить имеющиеся отметки, и получить поверхность, которая чуть ближе отражает естественную поверхность рельефа.

Обсуждение результатов

На рисунке 2 приведена иллюстрация, состоящая из условных четырёх шагов алгоритма. На блоке «а» из второго рисунка изображен снимок, полученный со спутника LANDSAT 8, классификация которого на лесные и остальные регионы, с помощью алгоритмов машинного обучения, позволяет выделить лес на территории исследования, и регионы, которые не нуждаются в корректи-

ровке высотных отметок. Блок «b» демонстрирует исходную цифровую модель рельефа. Более светлые оттенки на ней показывают более высокие отметки. Весьма однозначно все они совпадают с лесами на местности.

На блоке «c» изображен сам алгоритм. На выбранной территории создаётся несколько тысяч случайных точек. Далее они разбиваются на предмет принадлежности к тому или иному полигону: лесу или не лесу. Затем считается среднее для каждой совокупности точек. В предположение, что средняя отметка высоты для лесных массивов будет считаться как: $\overline{f} = \frac{\sum(h_s + f)}{n} - \frac{\sum h_s}{m}$, где f – средняя высота леса в регионе исследования, h_s – отметка высоты поверхности, n – количество точек, попавших в лесной класс, m – количество точек, попавших не в лесной класс. Согласно закону больших чисел, при достаточно большой выборке случайных чисел, среднее их значение будет стремиться к математическому ожиданию выборки. В предположение об однородности леса на данной географической территории, можно заключить, что высота будет примерно одинаковой.

После определения высоты был построен новый растр, который приведён в блоке «d» рисунка 2. Красными линиями обозначены новые желоба и канавки, которые построены по новой модели рельефа. Голубым изображены желоба, которые были построены по модели рельефа, не претерпевшей редакцию.

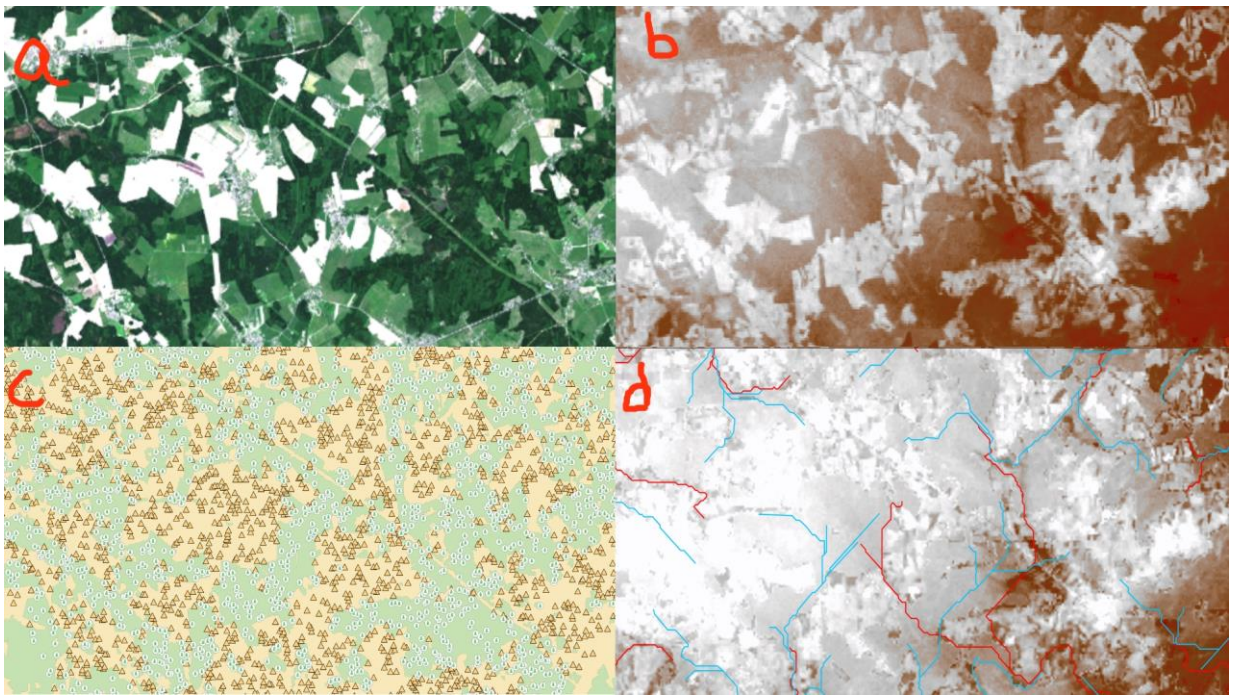


Рис. 2. Иллюстративное представление алгоритма.

Заключение

Как можно увидеть разработанный алгоритм работает и позволяет приблизиться к решению весьма сложной задачи, как получение реальной поверхности рельефа. Его дальнейшая разработка, в принципе, может кардинально изменить представление о моделях различных природных процессов, взаимодействующих с цифровыми моделями рельефа.

Литература

[1] *Абрамов Д.В.* К вопросу о формировании фильтрационных потоков в зоне активного водообмена. / Третьи Виноградовские Чтения. Грани Гидрологии: сб. науч. докладов. Санкт-Петербургский государственный университет: Россия, 28-31 марта 2018.

[2] *Николаев А.С., Филиппов Н.Б.* Использование ресурсов подземных вод в Санкт-Петербурге: URL: http://ecopeterburg.ru/2018/03/11/использование-ресурсов-подземных-во/. 2018

[3] *Ратнер Н.С.* К оценке подземного стока карстовых районов по гидрометрическим данным (на примере северной части Ижорского плато). / Труды ГГИ. вып. 286: Ленинград: Гидрометеоиздат, 1982

[4] *Bögli A*., Karst Hydrology and Physical Speleology, Translated by June C. Schmid: Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1980

[5] *Dufoyer Adeline & Massei, Nicolas & Lecoq, Nicolas.* (2018). Linking the informative content of spring flow time series to physical properties of karst aquifers. 10.13140/RG.2.2.10038.14405.

[6] *Jarvis A., Reuter H.I., Nelson A., Guevara E.*, 2008, Hole-filled SRTM for the globe Version 4, available from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database URL: http://srtm.csi.cgiar.org

[7] *Liu Jung-kuan & Liu, Desheng & Alsdorf, Douglas*. (2014). Extracting Ground-Level DEM From SRTM DEM in Forest Environments Based on Mathematical Morphology. Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on. 52. 6333-6340. 10.1109/TGRS.2013.2296232.

[8] *Sarrazin F. Hartmann A. Pianosi F. Rosolem R. and Wagener T.*, V2Karst V1.1: a parsimonious large-scale integrated vegetation-recharge model to simulate the impact of climate and land cover change in karst regions. URL: https://www.geosci-model-dev.net/11/4933/2018/

S u m m a r y: algorithm has been developed that allows the ArcGIS environment tools to highlight fractured structures in karst watersheds. Izhora Plateau was chosen as the testing region. In addition, a method is proposed that allows modifying a model derived from SRTM data by editing the heights introduced by the forests.

DYNAMICS OF FOREST AREAS IN THE ROMANIAN COAST OF THE BLACK SEA USING FRACTAL ANALYSIS

Ion Andronache
University of Bucharest, Research Center for Integrated Analysis and Territorial Management, Bucharest, Romania

ФРАКТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЛЕСНЫХ РАЙОНОВ НА РУМЫНСКОМ ПОБЕРЕЖЬЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

И.К. Андронаке
Бухарестский университет, Географический факультет, Научно-исследовательский центр комплексного анализа и территориального управления, Румыния

Abstract. In this article we used fractal analysis as part of the diagnosis of forest situation in the Romanian coast of the Black Sea in Tulcea and Constanta counties. Fractal dimension was calculated using box-counting dimension, entropy information dimension, Minkowski dimension, and lacunarity. Significant differences between forest areas of Tulcea County (shore with a delta and lagoons) and the Constanta County (high cliff shore) could be detected. Thus, due to favorable natural conditions the coastline of Tulcea county and the Danube Delta has a fractal dimension of forest areas of 1.76 (higher than the fractal dimension of the entire county Tulcea, which is 1.66), while the seaside cliffs of Constanta county's forested areas have a lower degree of filling space and the degree of fragmentation is much more fragile than in Tulcea county. Therefore, their fractal dimension is smaller, actually being 1.103 (lower than the 1.27 of Constanta County where in the SW part of the county in the Plateau Oltina, fractal dimension reaches 1.46). Additionally, the values obtained with box-counting are confirmed by three other methods for determining the fractal dimension. Fractal analysis can be considered as an element of analysis because it provides useful quantitative values for the diagnosis of geographic images, particularly for forest areas distributions.
Keywords: *fractal dimension, box-counting, entropy dimension, lacunarity, deforestation.*

Introduction

The analysis of the deforestation progression, particularly within the South-East Development Region in Romania and the reasons of this progression become important for the development and maintenance of sustainable, self-reliant local communities. Continued expanding deforestation without appropriate models to understand the impact of logging and optimal reforestation increasingly depletes this important resource for the local economy.

The fractal dimension indicates how much space is occupied by the object, representing the degree of complexity that the figure has. The degree of irregularity is derived from the properties of the fractal object which is a fragmented or broken geometric figure that if divided into parts, each part is approximately a smaller copy of the whole. In nature these copies are not exact representations but are nevertheless scale invariant [1].

For uniform and compact objects the fractal dimension coincides with the topological dimension, however, for fractal objects it is a fractional value. To estimate the fractal dimension of an object several methods can be used, including box-counting [2-4], information dimension [5, 6], mass-radius [7], dividers [8] and Bouligand-Minkowski approach [9].

The purpose of this study is to develop a robust research method addressing the dynamics, fragmentation and complexity of the forested, deforested and regenerated areas, based on fractal analysis that can alert the forestry management of deforestation. We propose a mathematical analysis of the forest area dynamic, enabling qualitative as well as quantitative statements and results. Particularly, non-Euclidean analyses using fractal analysis offer useful information on the degree of homogeneity and heterogeneity of a forest area.

Material and methods

The research was conducted in the Romanian coast of the Black Sea (Fig. 1). Digital images in tiff format for analysis were obtained from the Global Forest Change 2000-2012database tendered by the Department of Geographical Sciences, Maryland University. This database is the result of analyzing globally 654.178 Landsat 7 ETM+ images of forest areas during 2000-2012 [10]. The images had a resolution of 1642x860 pixels and were stored in uncompressed tiff format.



Fig. 1. Geographical position of the Romanian Coast of the Black Sea.

The digital color images of the forested, deforested and regenerated areas (corresponding to a1:550.000 scale), were segmented using ImageJ 1.49t and the Color Deconvolution plugin - vector H&E DAB, developed by Gabriel Landini (The School of Dentistry, University of Birmingham, United Kingdom) [11] and converted to binary images using VesSeg 0.1.4 developed by Alexandru Condurache and

Florian Muller from University of Lubeck, Germany (Figs. 2-3). For Fractal dimension analysis the box-counting method was carried out using Fractal Analysis System 3.4.7 developed by Hiroyuki Sasaki (National Institute of Livestock and Grassland Science, Japan). BW box-counting dimensions were determined using HarFA5.5.28 developed by Oldrich Zmeskal (Institute of Physical and Applied Chemistry, Brno University of Technology, Czech Republic). Entropy dimensions were determined by using Benoit 1.31 developed by TruSoft International Incorporation, USA and Minkowski dimensions and Sengupta&Vinoy lacunarity were determined using IQM 3.2 developed by Helmut Ahammer, Medical University of Graz, Austria [12].

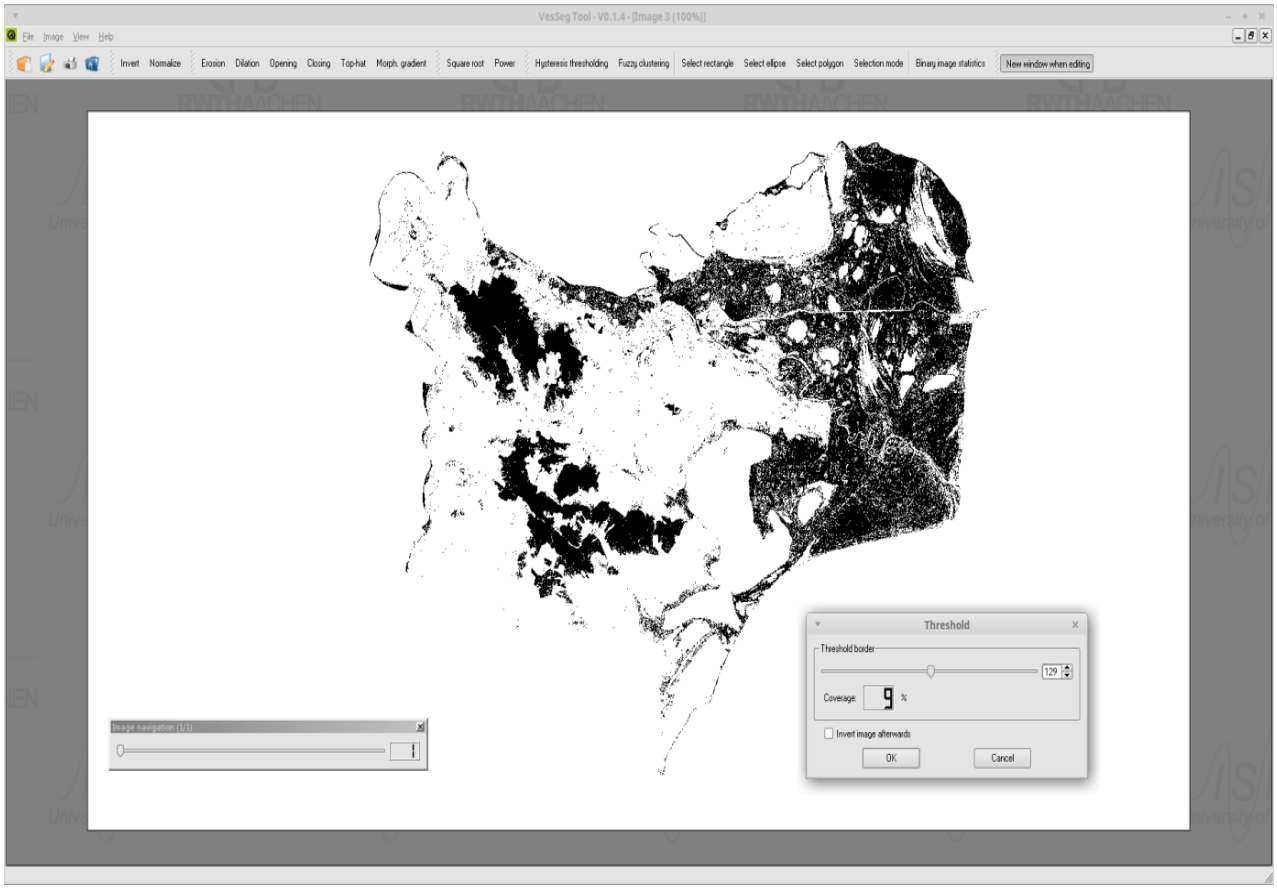


Fig. 2. Thresholding of image with forested surfaces from Tulcea County (VesSegTool).

The *box-counting method* ($D_{B\text{-}C}$) is the most desirable method for digital images because it can be applied to fractal patterns with or without self-similarity. This method estimates how much of the available space is taken by the fractal structure [13-14]. For areas, the fractal dimension may range from 0 (when the area is a single point, equivalent to one pixel in an image) and 2 (when the area has a perfect geometrical shape and is fully occupied).

In the software HarFA a *modification of the traditional box counting method* was used [4]. We used in this study only D_{BW} (fractal dimension of black&white boxes), which characterizes the properties of the border of the fractal pattern.

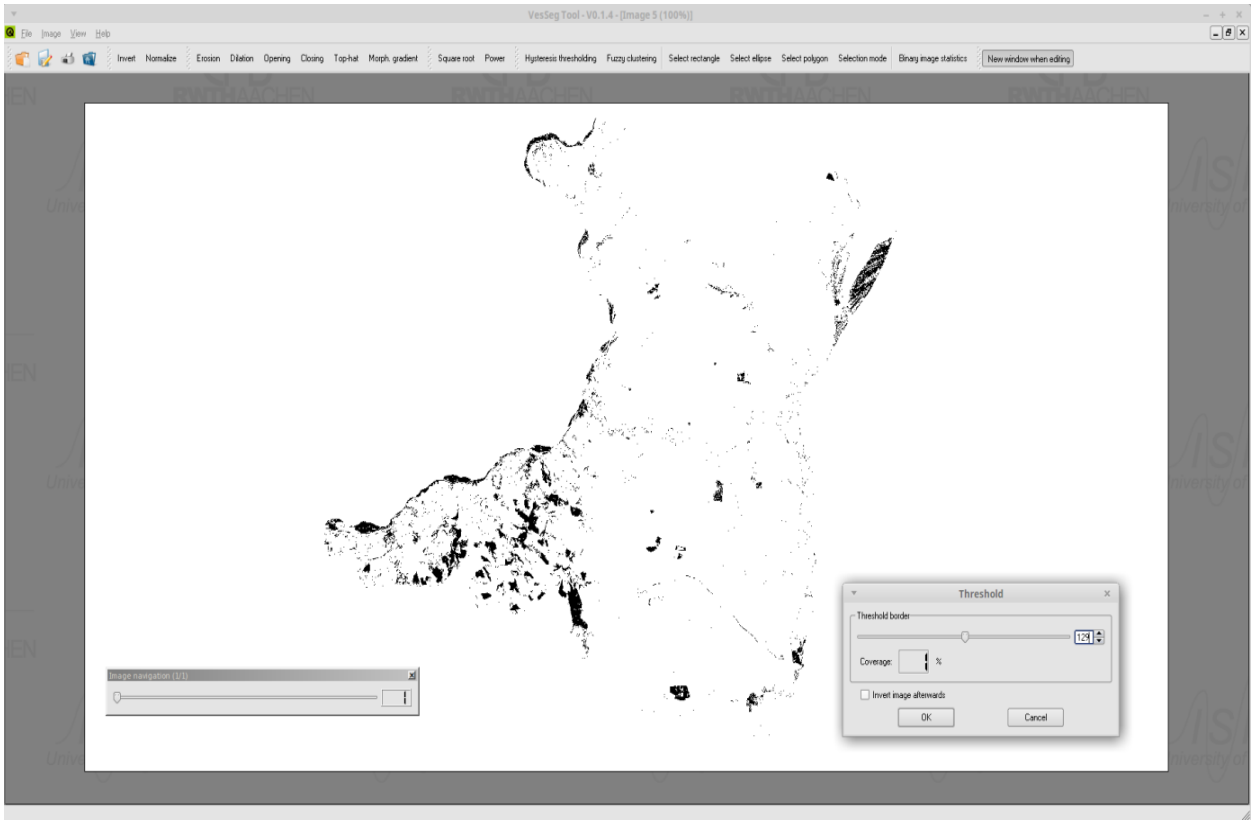


Fig. 3. Thresholding of image with forested surfaces from Constanta County (VesSeg Tool).

We also performed a fractal analysis by the evaluation of the *entropy* of images to get the *information dimension*. The information dimension D_i is a measure of the amount of "disorder" presented in the image, in this study applied on forested, deforested and regenerated areas. To evaluate the information or entropy of the patterns, the probabilities of finding points in the image are calculated [5]. The information dimension effectively assigns weights to the boxes in such a way that boxes containing a greater number of points count more than boxes with less points.

Usually, the *Minkowski dimension* ($D_{M\text{-}B}$) is used for many applications in shape and texture analysis [6]. By using the Minkowski method, we analyzed the relationship between the object and the area occupied by it. The fractal dimension is obtained by calculating the area of the dilated object in an image. The dilatation can be performed by considering a circle of radius *r* which is centred at each point of the original object and all other points inside the circle are joined to the object. In order to generate a signature for the shape, we analyzed the object area as a function of.

The *lacunarity* (Λ), measures the size and the frequency of the lacunas of images, it describes the texture of a fractal and reflects the invariance to scaling. We used lacunarity defined from the mass-related distribution according to *Sengupta and Vinoy* [15]. High levels of lacunarity reflect a high heterogeneity (various distributions of the pixels); while low values indicate a high homogeneity and the value onerepresents perfect homogeneity [16].

It must be noted that the fractal analyses of box counting dimension, information dimension and lacunarity were accomplished in a global manner using

directly the image texture, whereas the analyses of D_{BW} by using software HarFA and the Minkowski dimension where analyzed for the border of the fractal pattern.

D_{BW}, D_i, D_{M-B} and Λ were statistically analyzed using regression analysis (Pearson Correlation). Regression is a way of describing how a variable, the outcome, is numerically related to a predictor variable. Pearson Correlation (R) refers to the interdependence or co-relationship of variables. In the context of regression examples, correlation reflects the closeness of the linear relationship between X (D_{B-C}) and Y (D_{BW}, D_i, D_{M-B}, Λ).

Results and discussion

Significant differences between forest areas of Tulcea County (shore with a delta and lagoons) and the Constanta County (high cliff shore) have been detected using fractal analyses.

Table 1

Fractal dimension of forested, deforested and regenerated forest areas from Tulcea and Constanta County

	Tulcea County – forest areas			Constanta County – forest areas		
Fractal Dimension	wooded	deforested	regenerated	wooded	deforested	regenerated
Box-counting	1.66	0.74	0.61	1.27	0.49	0.5187
BW Box-Counting	1.57	0.9	0.76	1.31	0.65	0.6578
Information Dimension	1.78	0.92	0.75	1.41	0.59	0.61022
Minkowski Dimension	1.67	0.54	0.42	1.2	0.351	0.37374
Lacunarity	1.1	1.38	1.18	1.32	1.21	1.186
	Tulcea Coast – forest areas			Constanta Coast – forest areas		
Fractal Dimension	wooded	deforested	regenerated	wooded	deforested	regenerated
Box-counting	1.76	0.79	0.57	1.103	0.28	0.22
BW Box-Counting	1.74	1.01	0.77	1.35	0.66	0.398
Information Dimension	1.81	0.9	0.7	1.34	0.47	0.18
Minkowski Dimension	1.73	0.61	0.4	1.07	0.31	0.21
Lacunarity	1.102	1.45	1.26	1.24	1.93	1.14

Table 1 gives an overview of actual values. Thus, due to favorable natural conditions the coastline of Tulcea county and the Danube Delta has a fractal dimension D_{B-C} of forest areas of 1.76, which is higher than the fractal dimension of the entire county (D_{B-C} = 1.66).Contrary, because of the seaside cliffs of Constanta county, the forested areas have a lower degree of filling the space, have a higher degree of fragmentation and are much more fragile than in Tulcea county. Their fractal dimension is smaller, due to these conditions and is actually D_{B-C} = 1.103. This value is lower than D_{B-C} = 1.27 for the whole Constanta county where the fractal dimension D_{B-C} reaches for the SW part of the county, in the Plateau Oltina (see Figs. 4-5).

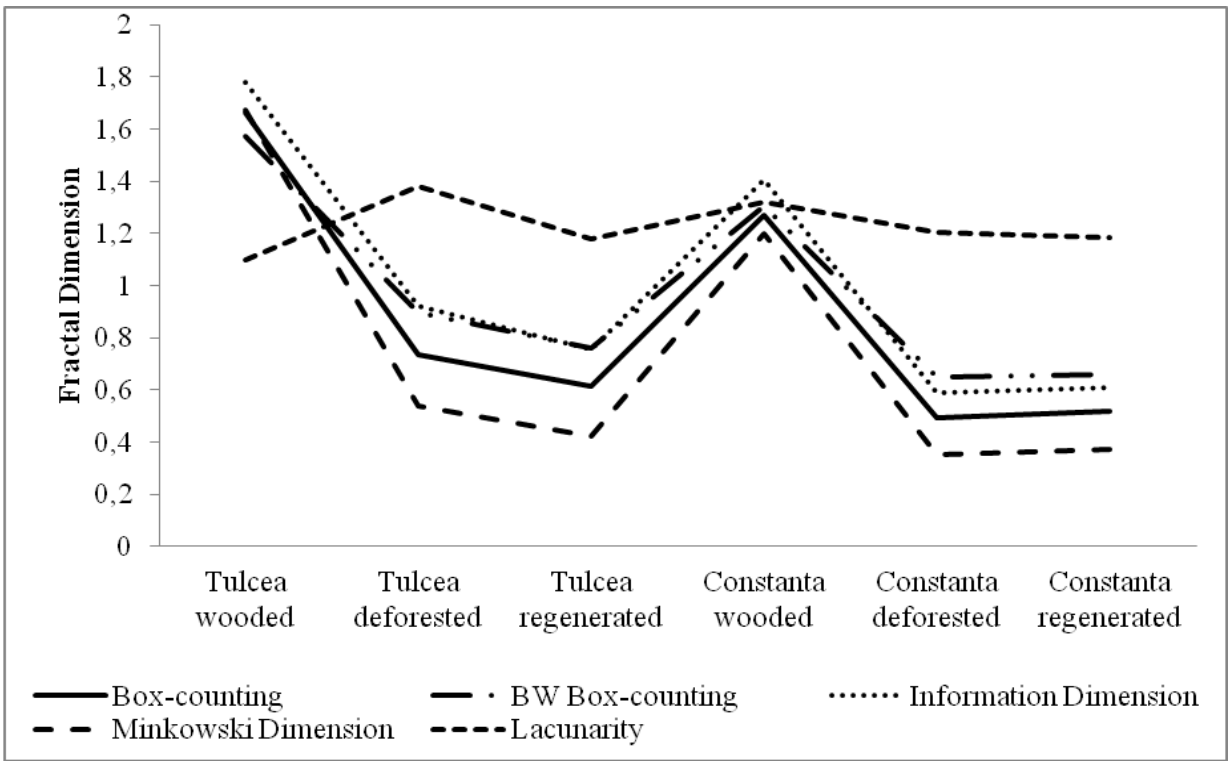


Fig. 4. Fractal dimension of wooded, deforested and regenerated areas from Tulcea and Constanta counties.

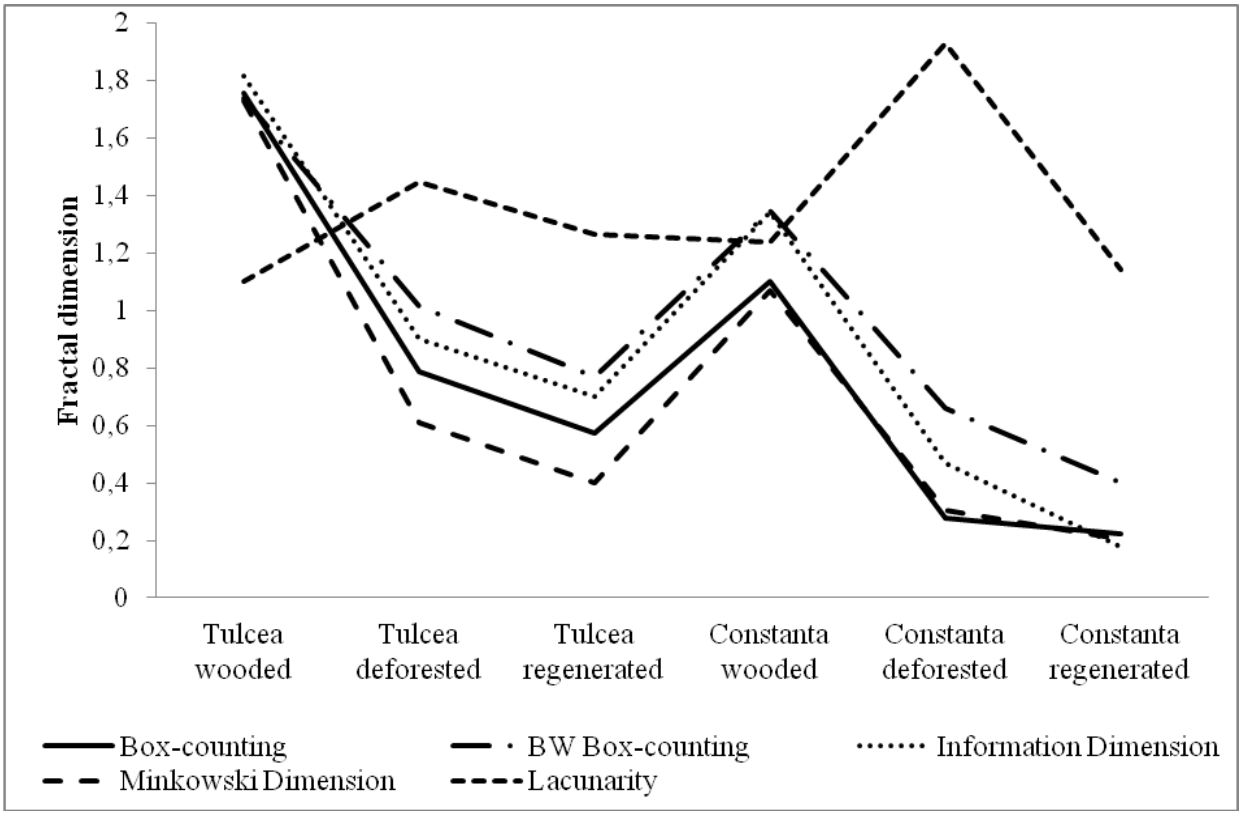


Fig. 5. Fractal dimension of wooded, deforested and regenerated areas from Romanian Coast of the Black Sea.

The values of D_{BW}, which characterize the properties of the border of a fractal pattern but also the values of the Information dimension D_i, which is a measure of the amount of «disorder» presented in an image, correlate very well with $D_{B\text{-}C}$. Nevertheless, D_{BW} and D_i are superior in terms of the fractal dimension. The Pearson correlation coefficients R between $D_{B\text{-}C}$ and D_{BW} are very strong, R= 0.998 at county level and R = 0.98 for coastal regions. Between $D_{B\text{-}C}$ and D_i the Pearson correlation coefficients are very high too, R = 0.998 at county level and R = 0.993 for coastal regions.

The relationship between the object and the space occupied by it, measured by the Minkowski dimension $D_{M\text{-}B}$, again correlates well with the box counting dimension $D_{B\text{-}C}$.The Pearson correlation coefficients are R= 0.998 at county level and R = 0.989 for the coastal region. Actual values of $D_{M\text{-}B}$ but having lower values of fractal dimension are lower than values of $D_{B\text{-}C}$, confirming the relation $D_{B\text{-}C} \geq D_{M\text{-}B}$. This difference arises, because $D_{B\text{-}C}$ analyses the image texture where as $D_{M\text{-}B}$ analyses the boundary.

Additionally, lacunarity gives valuable information about the fractal texture by following the distribution of the pixels. Wooded areas of Tulcea county with high homogeneity led to the lowest lacunarities (Λ = 1.1), while in Constanta county the lacunarity is much higher, because forests are distributed more homogeneous in the SW Plateau Oltina (Λ =1.32 – indicating heterogeneity). In Tulcea county, the highest heterogeneity has the deforested area (Λ = 1.38) from the regenerated area, which has been made more compact by plantations in Macin Mountains and Plateau Niculitel. In the Constanta county the situation is similar, but the differences of heterogeneity to homogeneity are lower (Λ = 1.205 – for deforested area versus Λ = 1.186 for regenerated area).

In the coastal zone of the Black Sea (including the Delta and the Lagoon Complex Razim-Sinoe) the lacunarity values of wooded, deforested and regenerated areas are a little higher (especially deforested and regenerated) indicating greater fragmentation of the forest distribution in the coastal area(because of large water areas) compared to the rest of the county (higher homogeneity in the mountain and hill-plateau).Comparing the Black Sea coast to the Constanta county a higher homogeneity of wooded areas (Λ =1.24 versus Λ =1.32 for the whole county) can be observed. But this also holds true for the regenerated areas (Λ =1.14 versus Λ =1.186). For deforested areas the situation is diametrically opposite. The highest heterogeneity of all territories, which were analyzed, have been found with a maximal value of Λ =1.93, indicating a chaotic deforestation in small and very small surfaces.

Conclusion

In order to compare the results of fractal and lacunarity analyses, the analyzed images must have the same scale and resolution. Furthermore, similar algorithms of segmentation and binarization must be applied. For example, the same image at the same scale and resolution, but choosing different binarization thresholds or different algorithms (software), would return different results.

The fractal analysis is a powerful tool of analysis, a method to discriminate between two or more aspects or phases of the same evolutionary forms. Fractal analysis becomes much more powerful when several methods of analyses that are suitable for texture and contour (boundary) images are used. To be truly useful, the results of the fractal analysis need to be correlated with the results obtained from lacunarity or other methods depending on the type of object investigated, such as GIS analysis or succolarity [17].

Deforestation is an important phenomenon that may create major imbalances in the ecosystems. These imbalances may cause difficulties in the development or redevelopment of forest areas and have a negative effect on the environment and the socio-economic components of the regions. Identifying and investigating these causes which determine the expansion of the deforested areas is important for both researchers and government decision makers, due to the complex relationships established between the forest and other components of the territorial systems [18-23].

Specific territorial management strategies must primarily aim at the decision making process through institutional reorganization so that environmental and economic decisions may be effective [24-27].

Acknowledgements

The authors give thanks to Hiroyuki Sasaki (Grassland Management Division, NARO Institute of Livestock and Grassland Science (NILGS), National Agriculture and Food Research Organization (NARO, Japan) for Fractal Analysis System 3.4.7, Oldrich Zmeskal (Institute of Physical and Applied Chemistry, Brno University of Technology, Czech Republic) for HarFA 5.5.28 and Alexander Condurache (University of Lubeck, Germany) for VesSeg 0.1.4.This work was supported by a grant of the University of Bucharest-Spatial projection of the human pressure on forest ecosystems in Romania «(UB/1365)-Project Manager Ass. Prof. Daniel Peptenatu, and grant of the Romanian National Authority for Scientific Research and Innovation, CNCS - UEFISCDI, project number PN-II-RU-TE- 2014-4-0835» - Development of the theory of the dynamic context by analyzing the role of the aridization in generating and amplifying the regressive phenomena from the territorial systems-Project Manager Ass. Prof. Daniel Peptenatu.

References

[1] *Jelinek H.F., Jones C., Warfel M.D., Lucas C., Depardieu C., Aurel G.* Understanding fractal analysis? The case of fractal linguistics. ComPlexUs, 9, 66-73 (2006).

[2] *Sasaki H., Shibata S., Hatanaka T.* An Evaluation Method of Ecotypes of Japanese Lawn Grass (Zoysia japonica STEUD.) for Three Different Ecological Functions. Bull. Natl. Grassl. Res. Inst. 49, 17-24 (1994) (in Japanese).

[3] *Muenzner J.K, Biersack B., Kalie H, Andronache I., Kaps L., Schuppan D., Sasse F., Schobert R.* Gold(I) Biscarbene Complexes Derived from Vascular-Disrupting

Combretastatin A-4 Address Different Targets and Show Antimetastatic Potential. ChemMedChem. 9(6), 1195-204 (2014).
[4] *Zmeskal O., Veselý M., Nežádal M., Buchníček M*. Fractal Analysis of Image Structures. HarFA - Harmonic and Fractal Image Analysis, 3-5 (2001).
[5] *Pitsianis N., Bleris G.L., Argyrakis P*. Information dimension in fractal structures. Physical Review B 39: 7097-100 (1989).
[6] *Bianciardi G., Pontenani F*. Fractals and Pathology. J Biometrics App, 1(1): 104 (2015)
[7] *Caserta F., Eldred W.D., Fernandes E., Hausman R.E., Stanford L.R., Bulderev S.V., Schwarzer S., Stanley H.E.* Determination of fractal dimension of physiologically characterized neurons in two and three dimensions. J Neurosci Methods. 56(2), 133-44 (1995).
[8] *Klinkenberg B.* A review of methods used to determine the fractal dimension of linear features. J Mathematical Geology, 26(1), 23-46 (1994).
[9] *Marana A.N., Da Fontoura Costa L., Lotufo R.A., Velastin S.A.* Estimating crowd density with Minkowski fractal dimension. Proceedings of IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, 3521-3524 (1999).
[10] *Hansen M.C., Potapov P.V., Moore R., Hancher M., Turubanova S.A., Tyukavina A., Thau D., Stehman S.V., Goetz S.J., Loveland T.R., Kommareddy A., Egorov A., Chini L., Justice C.O., Townshend J.R.G.* High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. Science, 342(6160), 850-853 (2013).
[11] *Ruifrok A.C., Johnston D.A.* Quantification of histochemical staining by color deconvolution. Anal. Quant. Cytol. Histol. 23, 291-299 (2001).
[12] *Kainz P., Mayrhofer-Reinhartshuber M, Ahammer H. IQM* An Extensible and Portable Open Source Application for Image and Signal Analysis in Java. PLoS ONE, 10(1):e0116329, doi: 10.1371/journal.pone.0116329 (2015).
[13] *Russel D.A., Hanson J.D., Ott E.* Dimension of strange attractors. Phys. Rev. Lett., 45(14), 1175-1178 (1980)
[14] Di *Ieva A., Grizzi F., Ceva-Grimaldi G., Russo C., Gaetani P., Aimar E., Levi D., Pisano P., Tancioni F., Nicola G., Tschabitscher M., Dioguardi N., Baena R.R*. Fractal dimension as a quantitator of the microvasculature of normal and adenomatous pituitary tissue. J. Anat., 211(5), 673–680 (2007).
[15] *Gouyet J.F.* Physics and fractal structures. Masson Springer. Paris/New York, 1996.
[16] *Sengupta K., Vinoy K.J*. A new measure of lacunarity for generalized fractals and its impact in the electromagnetic behavior of Koch dipole antennas. Fractals, 14(4), 271-282 (2006).
[17] De *Melo R.H.C., Conci A.* How Succolarity could be used as another fractal measure in image analysis. Telecommunication Systems, 52(3), 1643-1655 (2013).
[18] *Sedjo R.A., Wisniewski J., Sample A.V., Kinsman J.D.* The economics of managing carbon via forestry: Assessment of existing studies. Environmental and Resource Economics, 6(2), 139-165 (1995).
[19] *Peptenatu D., Sirodoev I., Pravalie R.* Quantification of the aridity process in south-western Romania. Iran J Environ Health Sci., 11, 5 (2013).

[20] *Murărescu O., Murătoreanu G., Frînculeasa M*. Agrometeorological drought in the Romanian plain within the sector delimited by the valleys of the Olt and Buzău Rivers. J Environ Health Sci., 12(1), 152 (2014).
[21] *Pravalie R., Sirodoev I., Peptenatu D.* Changes in the forest ecosystems in areas impacted by aridization in south-western Romania. Iran J Environ Health Sci., 12, 2 (2014).
[22] *Pravalie R., Sirodoev I., Peptenatu D.* Detecting climate change effects on forest ecosystems in Southwestern Romania using Landsat TM NDVI data. J. Geogr. Sci., 24(5), 815-832 (2014).
[23] *Phan T.H.D., Brouwer R., Davidson M.* The economic costs of avoided deforestation in the developing world: A meta-analysis. Journal of Forest Economics, 20(1), 1-16 (2014).
[24] *Peptenatu D., Pintilii R.-D., Drăghici C., Merciu C., Mateescu R.D.* Management of environment risk within emergency territorial systems. Case study – The influence area of the Bucharest City. Journal of Environmental Protection and Ecology, 13(4), 2360-2370 (2012).
[25] *Petrişor A.I.* Assessment of the green infrastructure of Bucharest using Corine and urban atlas data. Urbanism.Architecture.Constructions, 6(2), 19-24 (2015).
[26] *Petrişor A.I.* Using Corine Data to look at deforestation in Romania: distribution & possible consequences, Urbanism. Architecture. Constructions, 6(1), 83-90 (2015).
[27] *Pintilii R.-D., Andronache I., Simion A.-G.*, Drăghici *C.-C., Peptenatu D., Ciobotaru A.-M., Dobrea R.-C., Papuc R.-M.* Determining forest fund evolution by fractal analysis (Suceava-Romania), Urbanism.Architecture.Constructions, 7(1), 31-42 (2016).

А н н о т а ц и я. В статье использован фрактальный анализ как часть диагностики лесной ситуации на румынском побережье Черного моря в округах Тулча и Констанца. Парметры фрактала были рассчитаны с использованием измерения счетчика ячеек, измерения информации энтропии, измерения Минковского и лакунарности.

ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ЛИНЕАМЕНТНОГО АНАЛИЗА В ГРУППАХ

В.М. Анохин* ** ***, А.Ю. Егоров*, А.А. Тюрина*, Д.В. Волкова*
**РГПУ им. А. И. Герцена, vladanokhin@yandex.ru*
***Институт озероведения РАН, г. Санкт-Петербург*
****Санкт-Петербургский научный центр РАН, г. Санкт-Петербург*

EXPERIENCE OF A REGIONAL LINEAR ANALYSIS IN GROUPS

V.M. Anokhin* ** ***, A.Yu. Egorov*, A.A. Tyurina*, D.V. Volkova*
**Herzen State Pedagogical University, St. Petersburg*
***Institute of limnology RAS*
****St. Petersburg Research Centre RAS, St. Petersburg*

Аннотация. Несколькими группами исполнителей по различным районам Земли проведен ручной линеаментный анализ. Исследовались районы Ладожского озера, Баренцево-Карского шельфа, центральной части Альпийско-Гималайского складчатого пояса и западного сектора Тихого океана. Результаты работы групп сопоставлялись и суммировались. Результирующие розы-диаграммы во всех исследованных районах подтвердили существование 4-х главных систем направлений регматической сети. Линеаментный анализ в группах показал свою результативность.
Ключевые слова: линеамент, азимут, длина, район, группа, роза-диаграмма.

Введение

Изучение закономерной ориентировки протяженных форм рельефа привело в начале XX века к введению У. Хоббсом понятия «линеамент», определяемого, как «не более, чем прямолинейный объект Земли». Более чем за 100 лет трудами многих ученых понятие «линеамент» эволюционировало от географически-описательного до структурно-тектонического.

В данной работе под линеаментами предлагается понимать «линейные структуры земной коры, выражающиеся в линейных формах рельефа, линейных геологических формах, линейных аномалиях физических полей Земли и имеющие прямую или косвенную связь с разрывными нарушениями и зонами повышенной проницаемости в земной коре» [1].

Совершенствование методики выделения линеаментов – линеаментного анализа – является актуальной задачей, решение которой может привести к новым открытиям как в региональной тектонике, так и в геотектонике.

В данной работе представлены результаты ручного выделения линеаментов в различных регионах несколькими группами исследователей (студентов факультета Географии РГПУ им. А.И. Герцена).

Методы исследования

Методика линеаментного анализа находится в настоящее время в стадии становления. В последние десятилетия к методам ручного выделения и измерения параметров линеаментов прибавились специализированные компьютерные программы линеаментного анализа [5]. И ручной, и программный анализы имеют свои достоинства и недостатки [6]. Тем не менее, математическая обработка результатов ручного выделения линеаментов [3, 7, 8] доказывает, что при большом количестве замеров результаты ручного выделения подчиняются ма-

тематическим закономерностям распределения (в частности, Гутенберга-Рихтера) и являются, таким образом, вполне объективными.

В данной работе была опробована методика ручного выделения линеаментов на уровне первичных линий с последующими ручными измерениями азимутов и длин линий. Группа исследователей состояла обычно из 2-х человек, выделяющих линии, бесспорные для обоих. Значения азимутов и длин заносились в таблицу EXCEL, средствами которой затем строились розы-диаграммы. В нескольких случаях анализ проводился по одной и той же картографической основе несколькими разными изолированными друг от друга группами. Для работы применялись батиметрические карты, топоосновы, карты теневого рельефа.

Результаты исследования

Район Ладожского озера

На рисунке 1 представлены 2 розы-диаграммы, отражающие направленность протяженного рельефа Северного Приладожья. Первая из них построена по осям линейных форм рельефа (валов и долин) – рисунок 1А и вторая – по обобщенным линиям крупных линеаментов, предположительно связанных с разломами – рисунок 1 Б.

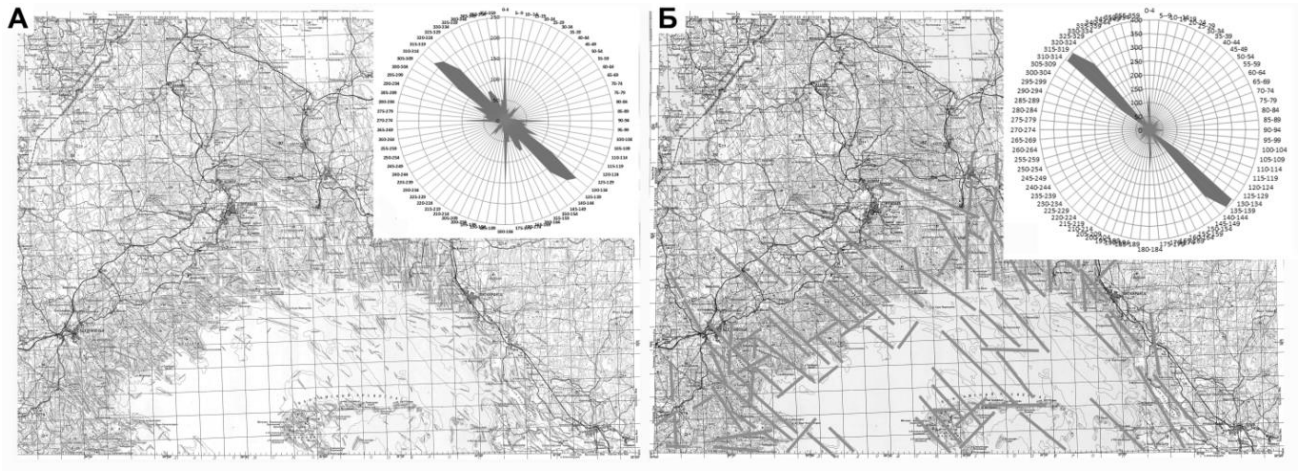


Рис. 1. Результаты линеаментного анализа в районе северного приладожья.
А – выделение осей протяженных форм рельефа и соответствующая роза-диаграмма;
Б – выделение крупных линеаментов и соответствующая роза-диаграмма. Здесь и далее на радиальных осях роз-диаграмм – километры, на круговых – градусы лимба.

На обеих розах видно практически подавляющее преобладание ЮВ диагональной системы 130°-140°. На розе направленности форм рельефа кроме того хорошо видны слабо развитые меридиональная, широтная и диагональная СВ (45°-49°) системы; на розе направлений линеаментов можно видеть слабую меридиональную при подавленных прочих системах. Сопоставление этих роз с другими результатами по району [4] показывает высокую степень их сходства – все главные направления северного приладожья в общем повторяются в розах направлений рельефа дна всего Ладожского озера.

Анализ по северному приладожью выполнен одной группой исследователей, представленной в авторском коллективе данной работы.

На рисунке 2 представлена роза-диаграмма, отражающая направленность гидросети района, прилегающего к берегам Ладожского озера (рис. 2А). В конфигурации этой розы видно ее очевидное соответствие розам на рисунке 1, что дает право говорить о существенном структурном единстве рельефа всего приладожья. Этот анализ выполнялся группой из 8-ми исследователей по квадратам с последующим суммированием результатов.

Далее анализу подверглась речная сеть всего района водосбора Ладожского озера, включающего водосбор озер Онежского, Ильмень, частично – Сайма (рис. 3А). Здесь на одной картографической основе работали 4 изолированные группы. Индивидуальные особенности каждой группы довольно сильно повлияли на конфигурацию роз: у кого-то более существенными оказались СВ системы (рис. 3В, Д), у кого-то – ЮВ (рис. 3Б), на розах 3Б и 3Г преобладает меридиональная система, а на розе 3Д она еле различима. Тем не менее, на всех розах присутствует несколько общих систем – широтная, меридиональная и по нескольку диагональных, среди которых помимо планетарных систем 40°-50° и 140°-150° выделяются системы 20°-30° и 150°-160°, явно отражающие региональные особенности направленности гидросети.

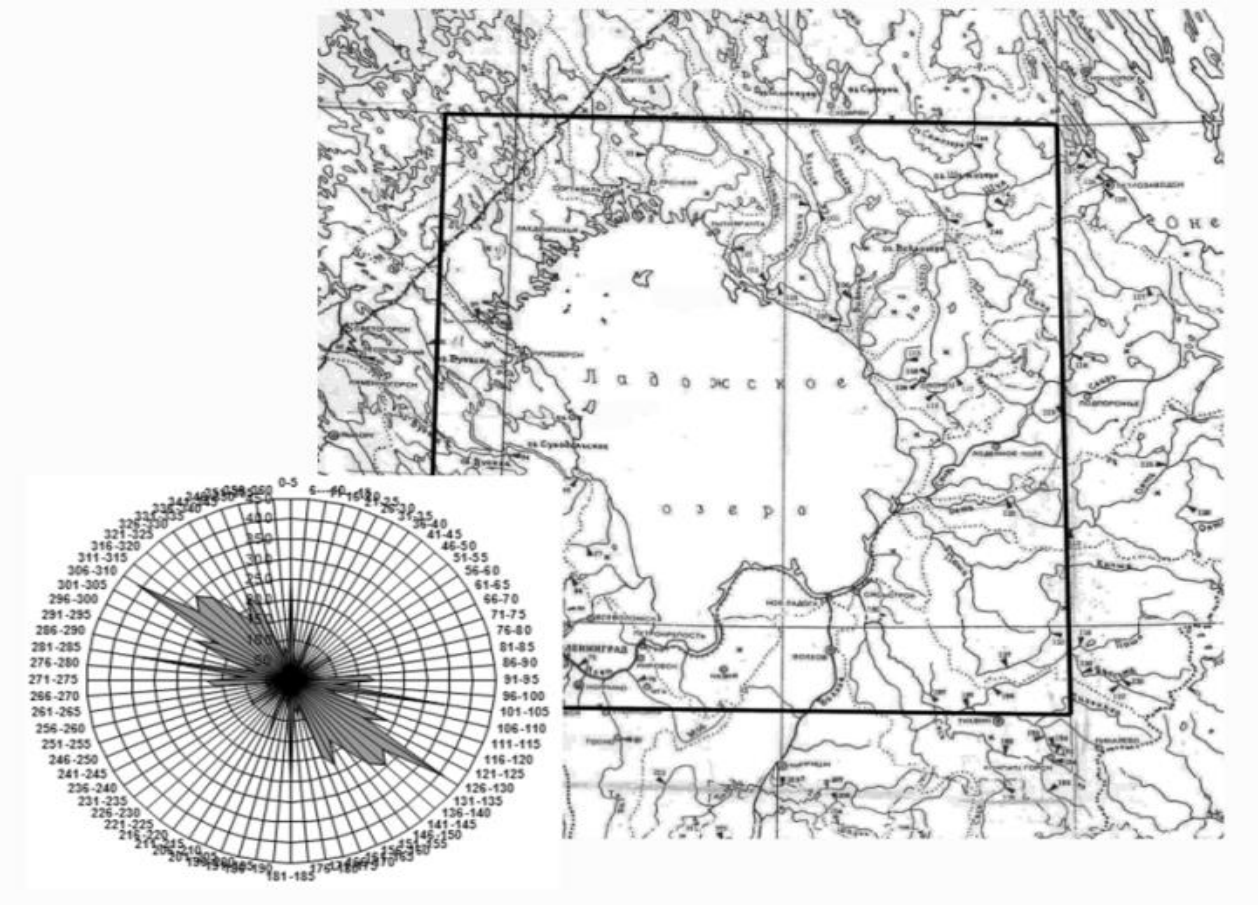


Рис. 2. Результаты изучения направленности гидросети в приладожье и соответствующая роза-диаграмма. Черная рамка – граница района исследований.

Для увеличения достоверности данные по направлению и длине линий были суммированы для всех 4-х групп. При этом удлинились лучи направлений тех линий, которые выделялись всеми исследователями, и, соответственно,

укоротились направления, выделенные только 1 группой, как более, или менее случайные. Таким образом появилась суммарная роза-диаграмма (рис. 3Е), которая наиболее полно отражает характеристики направленности гидросети района. Если учесть, что анализу подвергались довольно крупные спрямленные участки речных долин, то можно довольно уверенно распространить выявленные характеристики на сеть разломов региона.

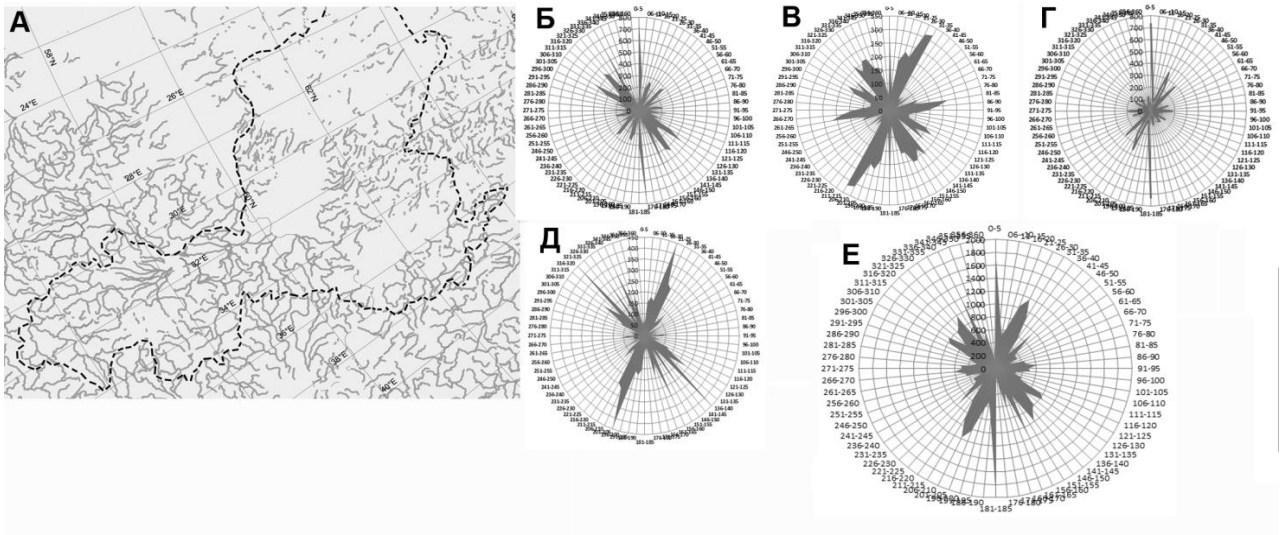


Рис. 3. Результаты изучения направленности гидросети на карте площади водосбора Ладожского озера (А) и соответствующие розы-диаграммы, построенные 4-мя группами исследователей (Б, В, Г, Д); Е – суммарная роза-диаграмма.

Баренцево-Карский регион

Результаты анализа рельефа дна Баренцева и Карского морей представлены на рис. 4. На розах-диаграммах, построенных 2-мя группами, анализировавшими рельеф дна Баренцева моря (рис. 4Б, В), при всех различиях видны и общие направления, сводящиеся на суммарной розе (рис. 4Г) к 2-м главным диагональным 40°-50° и 120°-130°. Сопоставление с розой, построенной одним из авторов ранее по направлению разломов дна Баренцева моря [4], показывает их существенное сходство, что говорит о проявлении разломов шельфа в протяженных формах донного рельефа несмотря на мощный чехол четвертичных осадков.

Суммарная роза-диаграмма 2-х групп, анализировавших рельеф дна Карского моря (рис. 4Д), показывает наличие в направленности протяженных форм субмеридиональной, плохо выраженной субширотной, 3-х диагональных СВ и 3-х диагональных ЮВ систем. Столь большое количество ярко выраженных диагональных систем может быть следствием сложного строения рельефа дна Карского моря (рис. 4А).

Альпийско-Гималайский складчатый пояс

На карте теневого рельефа центральной части Альпийско-Гималайского складчатого пояса линеаментный анализ был проведен силами 3-х групп, каждая из которых анализировала одну из 3-х частей района – западную, центральную и восточную, разбитым почти поровну (рис. 5А). Результирующие розы-диаграммы показаны на рис. 5Б, В, Г. Направленность рельефа в западной ча-

сти района (рис. 5Б) характеризуется наличием хорошо выраженных широтной системы и диагональных 31°-35°, 46°-50°, 66°-75° и 151°-160°. Имеется и слабо выраженная меридиональная система. В центральной части (рис. 5В) наиболее развита широтная система при целом веере менее выраженных диагональных СВ систем: 26-30°, 36-40°, 51-55°, 61-65°. Здесь также присутствует слабо выраженная меридиональная система. В восточной части (рис. 5Г) так же, как и в центральной, самая развитая – широтная система, но из диагональных преобладают ЮВ системы: 111°-125° и 141°-145°.

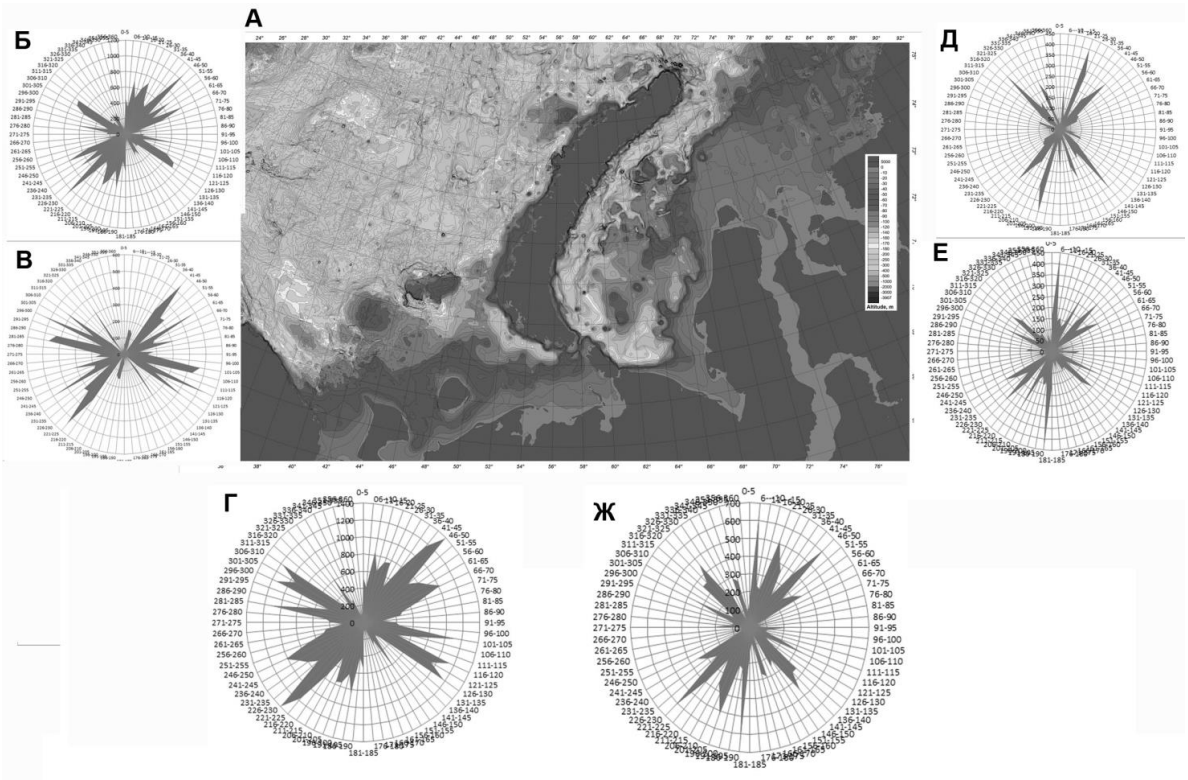


Рис. 4. Результаты изучения направленности линейных форм рельефа в Баренцево-Карском регионе (А). Б, В - розы-диаграммы, построенные 2-мя группами исследователей по Баренцевоморскому шельфу, Г – суммарная роза-диаграмма; Д, Е – розы, построенные 2-мя группами по Карскому шельфу, Ж – суммарная роза-диаграмма.

Суммарная роза (рис. 5Д) дает следующую картину направленности линейного рельефа: наиболее значимая широтная система при подавленной меридиональной и широком спектре относительно слабо развитых диагональных систем. Эта картина вполне логична для складчатого пояса и характеризует, по-видимому, основные направления линейных складок в условиях регионального субмеридионального сжатия.

Эти результаты можно сравнить с розой-диаграммой, построенной по той же карте по всему району одним исследователем (рис. 5Е). Очевидно, что суммарная роза, составленная 3-мя исследователями, более информативна и менее перегружена вероятно случайными системами направлений.

Тихий океан, западный сектор

На рис. 6 приводятся результаты анализа, проведенного 4-мя изолированными группами исследователей на одной батиметрической карте части западного сектора Тихого океана (рис. 6А). Сравнение роз-диаграмм всех групп (рис. 6Б - Д) показывает, что при наличии даже значимых расхождений результаты вполне сопоставимы между собой. Суммарная роза дает нам такое распределение систем: самая значимая – меридиональная, менее выраженные – диагональная СВ 36°-40° и две ЮВ: 131°-135° и 146°-155°. Эти результаты схожи с более ранними по данному региону [1, 2].

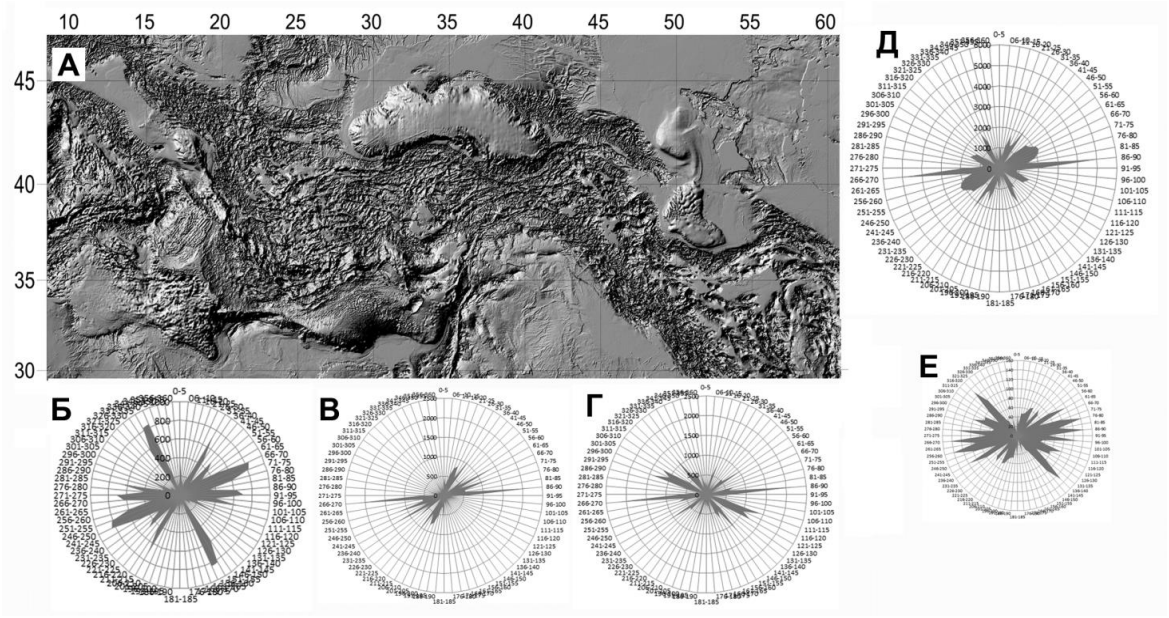


Рис. 5. Результаты изучения направленности линейных форм рельефа в центральной части альпийско-гималайского складчатого пояса (А). Розы-диаграммы, построенные 3-мя группами исследователей: по западной (Б), центральной (В) и восточной (Г) частям района. (Д) – суммарная роза по всему району, (Е) – роза по всему району, построенная 1-м исследователем.

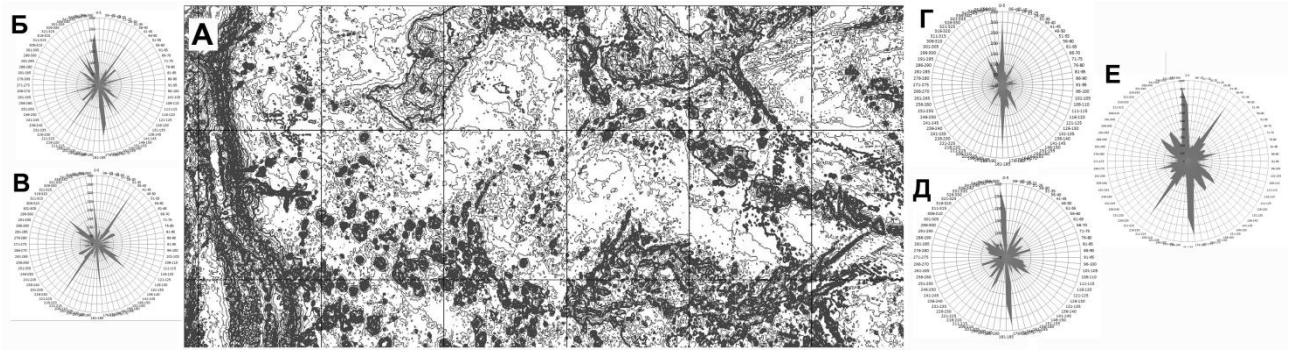


Рис. 6. Результаты изучения направленности линейных форм рельефа в западной части Тихого океана (А). Б, В, Г, Д – розы-диаграммы, построенные 4-мя группами исследователей по всему району. Е – суммарная роза по всему району.

Выводы

В результате проведенной работы очередной раз подтвержден факт наличия в любых произвольно выбранных районах Земли системы планетарных ли-

неаментов 4-х главных направлений: меридионального, широтного, диагонального СВ и диагонального ЮВ, что еще раз подтверждает существование планетарной разломно-линеаментной (регматической) сети.

Опыт проведения линеаментного анализа в группах показывает результативность этого методического приема даже при отсутствии опыта и серьезной мотивации у исследователей. Взаимный контроль внутри группы, изолированность групп друг от друга и неведение исполнителей относительно существования каких-либо закономерностей, присущих изучаемым объектам, снижает субъективность ручного линеаментного анализа и повышает его достоверность.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИНОЗ РАН по теме 0133-2019-0001/6 «Комплексная оценка динамики экосистем Ладожского озера и водоемов его бассейна под воздействием природных и антропогенных факторов». № гос. регистрации 0154-2019-0001

Литература

[1] *Анохин В.М.* Глобальная дизъюнктивная сеть Земли: строение, происхождение и геологическое значение. СПб., Недра, 2006. 161 с.

[2] *Анохин В.М.* Закономерности структурного плана района Магеллановых гор (Тихий океан). / Изв. РГО. 2009, №1. Т. 141. Вып.1. С. 33-44.

[3] *Анохин В.М., Маслов Л.А.* Опыт изучения закономерностей направленности и протяженности линеаментов и разломов в регионах. / Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2015. №1. Вып. 25. С. 231-242.

[4] *Анохин В.М., Науменко М.А., Нестеров Н.А.* Рельеф дна Ладожского озера и его связь с дизъюнктивами. / Изв. РГО, 2016, т.148, вып. 2. С. 44-51.

[5] *Златопольский А.А.* Новые возможности технологии LESSA и анализ цифровой модели рельефа. Методический аспект. / Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т.8. №3. С. 38-46.

[6] *Короновский Н.В., Брянцева Г.В., Гончаров М.А., Наймарк А.А., Копаев А.В.* Линеаменты, планетарная трещиноватость и регматическая сеть: суть явлений и терминология. / Геотектоника, 2014. № 2. С. 75-88.

[7] *Anokhin V.M., Maslov L.A.* The Earth’s decelerated rotation and regularities in orientation of its surface lineaments and faults. / Earth and Space Sciences. Elsevier. 2006, February, 54/2, pp. 216-218.

[8] *Lev A. MASLOV and Vladimir M. ANOKHIN* Derivation of the Gutenberg-Richter empirical formula from the solution of the generalized logistic equation - New Concepts in Global Tectonics NEWSLETTER No. 64, September, 2012 ISSN: 1833-2560 Editor: Dong R. CHOI (editor@ncgt.org) www.ncgt.org , p. 111-115.

S u m m a r y. Several research teams carried out a lineament analysis of the Lake Ladoga, the Barents-Kara shelf, the central part of the Alpine-Himalayan folded belt and the western sector of the Pacific Ocean. The results of the groups were compared and summed up. The resulting rose-diagrams in all the studied areas confirmed the existence of 4 main systems of directions of the regmatic network. Lineament analysis in groups showed its effectiveness.

СУКЦЕССИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЛЯХ ТУНКИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ

Ж.В. Атутова
Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, atutova@mail.ru

SUCCESSIONS OF VEGETATION ON FALLOW LANDS OF THE TUNKINSKAYA DEPRESSION

Zh.V. Atutova
V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk

Аннотация. Рассматриваются особенности естественного лесовосстановления после забрасывания земель. С этой целью в пределах наиболее аграрно-освоенных районах Тункинской котловины (Республика Бурятия) рассмотрено современное состояние 22 участков залежных угодий. Обозначены основные варианты зарастания залежных земель – восстановление через березовый, сосновый или смешанный подрост, а также луговая сукцессия. Основным фактором, осложняющими процесс лесовосстановления, является выпас скота, прекращение которого способствует интенсивному появлению древесной поросли.
Ключевые слова: сельское хозяйство, залежь, выпас скота, трансформация, восстановление, демутация, динамика.

Введение

Основной целью настоящей работы является исследование современного состояния залежных земель, в ходе которого были выявлены основные направления восстановительных сукцессий.

Объект и методы исследования

Объектами проводимых исследований являлись заброшенные земледельческие угодья Тункинского района Республики Бурятия. Для определения степени трансформации и направленности процессов лесовосстановления использована база геоботанических описаний, собранных на 22 точках наблюдений в период ежегодно проводимых на протяжении 2014-2018 гг. мониторинговых исследований. Нами рассмотрены особенности современного состояния постаграрных угодий в зависимости от удаленности и специфики окружающих залежи фитоценозов. При этом принималась во внимание степень использования заброшенных земель в качестве естественных кормовых угодий, так как процессы ренатурализации зачастую осложняются осуществлением выпаса [2-4].

Результаты исследований и их обсуждение

Наиболее аграрно-освоенными территориями исследуемого района являются центральная часть Тункинской котловины, пологие склоны ее северной оконечности, восточный борт вдоль Еловского отрога, а также его западные и юго-западные склоны. В настоящее время направленность сельскохозяйственной деятельности жителей района нацелена на развитие мясомолочного животноводства и улучшение кормовых угодий, находящихся в ведении крестьянских фермерских и личных подсобных хозяйств. Небольшие угодья действующих пашен сосредоточены вблизи сел Тагархай, Хурай-Хобок, Талое, Галбай, Тунка и Еловка. Большая же часть агарано-преобразованных земель в отсутствии ан-

тропогенной нагрузки находится на различных стадиях лесовосстановления, направленность которых зависит от современных ландшафтных условий.

В зависимости от доминирующих видов в древесном и напочвенном покровах «фоновых» биоценозов, а также по результатам анализа геоботанических материалов на ключевых залежных участках были определены четыре основных варианта направленности постаграрных восстановительных сукцессий, представленные сосновыми, березовыми, смешанными или луговыми вариантами зарастания.

Луговый вариант зарастания характерен для залежных земель центральной части котловины, где естественными образующими фитоценозами являются болотные и влажно-луговые ассоциации с преобладанием осок, хвощей, тростников [1]. Особенности зарастания угодий после прекращения земледельческих мероприятий представлены на примере злаково-разнотравных постагроценозов в западной части днища, в окрестностях улуса Улбугай. В травяном покрове отмечено преобладание луговых видов – полевицы Триниуса, осоки твердоватой, мятлика лугового, тысячелистника обыкновенного, клевера лугового, первоцвета мучнистого, лапчатки гусиной; сорные виды представлены подорожником средним, одуванчиком лекарственным, осотом полевым, из степных доминируют полынь замещающая, из лесных – купальница азиатская. Проективное покрытие травостоя составляет 90%; средняя высота – 12 см. Участок трансформирован пастьбой скота; поросль древесных пород отсутствует.

Процесс демутации на залежах, окруженных смешанными лиственнично-березово-сосновыми с примесью кедра травяно-кустарничковыми лесами, рассмотрен на примере окрестностей с. Хурай-Хобок. Под пологом «фоновых» насаждений, сомкнутость крон которых достигает 0,6, хорошо развит кустарниковый ярус, представленный рододендроном даурским и голубикой. Проективное покрытие травостоя невысокое – 30-40%; доминирующими видами являются – осока стоповидная, чина приземистая, грушанка копытенелистная. Из кустарничков наиболее распространена брусника. Периодически встречаются зеленые мхи.

В 80 м от кромки леса состав подроста на постаграрных землях также смешанный – к доминирующей сосне обыкновенной примешивается береза повислая. Высота деревьев на момент наблюдения в июле 2016 г. достигала 3-5 метров. В подросте, средняя высота которого составила 80-90 см, преобладает сосна обыкновенная, к которой наряду с березой повислой изредка примешивается лиственница сибирская. Травостой здесь не подвержен выпасу и сенокошению; проективное покрытие составляет 90%, средняя высота – 35-40 см. Видовой состав представлен, преимущественно, луговым фитоценозом с преобладанием льнянки обыкновенной, клевера лугового, горошка мышиного, тысячелистника обыкновенного, мятлика лугового, лютика близкого, лапчатки пижмолистной; из степных видов доминируют астрагал приподнимающийся, донник душистый, лапчатка бессабельная, володушка козелецелистная, шизонепета многонадрезная; из сорных видов чаще встречаются одуванчик лекарственный, подорожник средний, пырей ползучий; из лесных – земляника восточная, полынь замещающая, кровохлебка лекарственная.

В окрестностях с. Зактуй были исследованы особенности лесовосстановления на залежных землях, находящихся на максимально близком расстоянии от стены соснового с примесью березы и лиственницы травяного леса. В 20 м от него отмечается зарастание лиственнично-сосновым молодым древостоем. Подрост представлен обильно распространенной сосной обыкновенной, среди которой изредка встречается подрост лиственницы сибирской. Средняя высота древостоя составляет 2 м; средняя высота подроста – 70-80 см. В напочвенном покрове доминируют луговые виды – мятлик луговой, полевица Триниуса, тысячелистник обыкновенный, клевер луговой, горошек мышиный, колосняк китайский; из лесных видов представлена земляника восточная, полынь замещающая, ветреница лесная; из степных видов отмечен астрагал приподнимающийся, донник душистый, лапчатка гусиная, гвоздика разноцветная, володушка козелецелистная, шизонепета многонадрезная, из сорных – подорожник средний, осот полевой. Проективное покрытие травостоя составляет 60%, средняя высота – 35-40 см. В целом, напочвенный покров довольно разнообразен, в то время как травостой прилегающих к залежам «фоновых» древостоев скуден и представлен исключительно лесными видами – осокой стоповидной, геранью ложносибирской, чиной приземистой, воронцом красноплодным.

На склонах северо-западной экспозиции левобережья р. Хамнаганская (левый приток р. Еловка) залежные земли окружают лиственнично-березовые с примесью сосны кустарничково-травяные леса. Сомкнутость крон составляет 0,7-0,8; из-за обильного лиственного опада проективное покрытие травостоя составляет 50%. Состав представлен лесными видами, среди которых доминируют хвощ лесной, грушанка копытенелистная, воронец красноплодный, чина приземистая, герань ложносибирская, земляника лесная, осока стоповидная; из кустарничков распространена брусника. На граничащих с данными лесами залежах, в 80 м от периферии, восстановление происходит через зарастание мелколиственными. Древостой, высотой 2-4 метра, представлен березой повислой. Среди хвойных изредка встречаются лиственница сибирская и сосна обыкновенная. Подрост в равной мере состоит из лиственницы сибирской и березы повислой. Видовой состав травяного покрова представлен, преимущественно, луговым фитоценозом с преобладанием клевера лугового, горошка мышиного, тысячелистника обыкновенного, полевицы Триниуса, мятлика лугового, осоки стоповидной; из степных видов доминируют астрагал приподнимающийся, володушка козелецелистная, донник душистый, лапчатка пижмолистная; из сорных видов чаще встречаются одуванчик лекарственный, подорожник средний; из лесных – земляника восточная, хвощ полевой, полынь замещающая, пижма обыкновенная. Проективное покрытие – 90%.

Таким образом, данные примеры зарастания залежных земель подтверждают зависимость особенностей видового состава восстановительных сукцессий от состояния окружающих постаграрные угодья биоценозов. В целом, по результатам проведенных геоботанических исследований на 22 ключевых участках выявлено, что в пределах Тункинской котловины наиболее распространенным вариантом зарастания является *луговой*, отмеченный на 9 пунктах наблюдения, тяготеющих к центру котловины и речным долинам. На 6 участ-

ках наблюдается *зарастание сосной обыкновенной*, обилие которой имеет тенденцию уменьшения по мере удаления от периферии пашенных угодий к центру. На 4 пунктах наблюдений было отмечено *зарастание смешанной растительностью* – на 2 участках преобладали сосново-березовые ассоциации, на второй половине – березово-сосновые. Земледельческие мероприятия на данных территориях были прекращены более 15-20 лет назад; в подросте под пологом смешанных лесов преобладают те же породы, что доминируют в древесном ярусе. На 3 участках отмечено *зарастание березой повислой.*

Было отмечено влияние выпаса скота на сукцессионную смену растительности, а также на ряд геоботанических параметров (высоту, обилие). При наличии пастьбы в пределах постаграрных угодий, зарастающих молодыми лесами, обилие древесной поросли имеет низкие показатели, а в травяном покрове наряду с луговыми довольно широко представлены степные виды. При отсутствии данного вида воздействия в напочвенном покрове доминируют луговые виды с участием лесного травостоя. Так, например, залежь окрестностей с. Ахалик более семи лет не испытывает данного воздействия в результате установки ограждений по периметру пастбищных угодий (рис., врезка а), что способствовало интенсивному зарастанию березой повислой. На момент первого посещения участка отмечен ее редкий подрост высотой 50-60 см (см. рис., врезка б); в июле 2018 г. высота древостоя составила 1,0-1,2 м (см. рис., врезка в). Проективное покрытие травостоя оценивалось в 80-90 %. То есть прекращение выпаса способствовало переходу от стадии залужения к стадии зарастания древесными.



Рис. Влияние выпаса скота на интенсивность лесовосстановления в пределах залежных земель окрестностей с. Ахалик: а – ограничение пастбищной нагрузки в результате установки заграждений; б – появление поросли древесных пород в результате прекращения выпаса скота (июнь 2014 г.); в – подрост березы повислой (июль 2018 г.).

Заключение

Таким образом, основные тенденции постаграрного восстановления сельскохозяйственных угодий Тункинской котловины заключаются в активизации процессов ренатурализации в биоценозах. В отсутствии антропогенной нагрузки течение вторичной сукцессии на залежах направлено к состоянию, физиономически близкому для «фоновых» лесов, окружающих заброшенные земли. Процесс этот наиболее активно проявляется у периметра залежных земель, по мере удаления от которого изменяются высоты и обилие древесного подроста. Данная тенденция осложнена осуществляемой пастьбой, влияние которой от-

ражается как на морфометрических геоботанических параметрах, так и в целом на стадийности демутационного процесса.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке РФФИ и правительства Республики Бурятия в рамках научного проекта № 18-45-030039 р_а.

Литература

[1] *Карнаухов Н.И.* Коймарские болота Тункинской котловины и основное направление их мелиорации. / Труды БКНИИ СО АН СССР. Улан-Удэ, 1960. Вып. 4. Серия биолого-почвенная. С. 38-45.

[2] *Паринова Т.А., Наквасина Е.Н., Сидорова О.В.* Луга островной поймы низовий Северной Двины: монография. Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, 2013. 154 с.

[3] *Сорокина О.А., Токавчук В.В., Рыбакова А.Н.* Постагрогенная трансформация серых почв залежей. Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2016. 239 с.

[4] *Mann S., Tischew S.* The development of former arable land with extensive grazing by megaherbivores (Wulfener Bruch). / Hercynia. 2010. Vol. 43, N 1. P. 119-147.

[5] *Turner M.D.* The new pastoral development paradigm: engaging the realities of property institutions and livestock mobility in dryland Africa. / Society and natural resources. 2011. Vol. 24. P. 469-484. https://doi.org/10.1080/08941920903236291.

S u m m a r y. Identifying features of natural reforestation after abandonment of agricultural land were focused. To this end, within the most agrarian-developed areas of the Tunkinskaya depression (Republic of Buryatia) considered the current state of 22 sites of fallow land. The main options for overgrowing fallow lands were determined. It is recovery through birch, pine or mixed undergrowth, as well as meadow succession. The main factor complicating the process of reforestation is grazing cattle. Its termination contributes to the intensive appearance of woody shoots.

ОСОБЕННОСТИ СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ПОЙМЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ (НА ПРИМЕРЕ СУДЖАНСКОГО РАЙОНА)

Е.А. Батраченко*, О.П. Лукашова**

*КГУ, г. Курск, *ostkat@yandex.ru, **olga_lukashova@mail.ru*

CHARACTERISTICS OF SOILS OF FLOODPLAIN LANDSCAPES OF THE KURSK REGION (ON THE EXAMPLE OF THE YUZHNYY DISTRICT)

E.A. Batrachenko, O.P. Lukashova

KSU, Kursk

Аннотация. Проблема исследования взаимодействия природных и антропогенных факторов в почвообразовании достаточно актуальна. Пойменные почвы района исследования представляют пример сочетания интенсивного воздействия пойменных процессов и разнопланового антропогенного использования. В статье представлены результаты исследования свойств почвенного покрова лугово-пастбищного агроландшафта низкой поймы реки Суджа.

Ключевые слова: почвенный покров, пойменный ландшафт, лугово-пастбищный агроландшафт.

Введение

Пойменные ландшафты представляют достаточно уязвимый и крайне динамичный тип природно-территориального комплекса для землепользования. Почвы формируется в условиях интенсивного воздействия пойменных процессов. Почвенный покров поймы р. Суджа представляет результат взаимодействия комплекса факторов, как природных и антропогенных. системе факторов, определяющих уровень устойчивости почвенного покрова, и как следствие, уровень стабильности агроландшфтов, одним из определяющих факторов является агрофизические, агрохимические свойства почвы и особенно содержание органического вещества. Динамика антропогенного воздействия несомненно проецируется в морфологических и химических свойствах [7, 8]. Исследования почвенного покрова позволили выделить некоторые закономерности в структуре и функционировании педоценозов поймы, при различных режимах сельскохозяйственного природопользования.

Регион исследований, объекты и методы

Суджанский район на протяжении нескольких веков является районом интенсивного развития сельского хозяйства и производства. На данный момент уровень распаханности его территорий составляет порядка 75%. После проведенного анализа нами было выявлено, что на территории Суджанского района преобладающим типом агроландшафта выступает земледельческий тип. Помимо него, присутствуют также пастбищный, лугово-пастбищный и фермерский типы. Исследуемая нами территория представляет собой лугово-пастбищный агроландшафт с локальными участками антропогенного воздействия такими как: выпас крупного рогатого скота в малых количествах, регулярное сенокошение, отдельные участки распаханы и используются как садово-огородные. Растительность типичная лугово-разнотравная и представлена: полевица (*Agrostis tenuis*), овсяница овечья (*Festuca ovina*), клевер (*Trifolium hibridum*), лапчатка серебристая (*Potentilla argentea*), ястребинка волосистая (*Hieracium pilosella*), тимофеевки луговой (*Phleum pretense*), полевицы белой (*Agrostis stolonifera*), лисохвоста лугового (*Alopecurus pratensis*), мятлика лугового (*Poa pratensis*). Бобовые представлены мышиным горошком (*Vicia cracca*), клеверами (*Trifolum*); разнотравье – лютиками (*Ranunculus*), луговым васильком (*Centaurea jacea*), луговой геранью (*Geranium pratense*), тысячелистником (*Achillea millefolium*), щавелем туполистным (*Rumex obtusifolius*).

С целью изучения взаимодействия аграрного воздействия на состояние почвенного покрова пойменных ландшафтов проанализированы свойства образцов, взятых с пробных площадей, подвергающихся различному сельскохозяйственному использованию (выпас различной интенсивности, сенокошение, распашка). Проведена комплексная оценка состояния почв, исследованы показатели гумусного состояния, а также агрохимические и агрофизические свойства почв с помощью общепринятых методик [1, 2, 3, 4, 5].

Обсуждение результатов

Почвенный покров исследуемой территории достаточно однородный и представлен в основном луговыми чернозёмами. Основные показатели представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1

Агрохимические и агрофизические показатели состояния лугово-черноземных почв лугово-пастбищного агроландшафта (Суджанский район, 2018)

Агрохимические свойства	Показатели	Агрофизические показатели	Показатели
Nобщ., %	0,27	Плотность почвы, г/см^3	1,04
Nнит, мг/100 г.	0,45	Средневзвешенный диаметр сухих агрегатов, мм	4,91
Nам., мг/100 г.	0,81	Средневзвешанный диаметр водопрочных агрегатов, мм	2,01
P_2O_5, мг/100 г.	15,3	Коэффициент структурности при сухом просеивании	5,44
K_2O, мг/100 г.	11,2	Коэффициент структурности при мокром просеивании	3,31
Ca^{2+} + Mg^{2+}, мг-экв/100 г	29,0	Сумма водопрочных агрегатов, %	71
Ca^{2+}, мг-экв/100 г	25,7	Критерий водопрочности агрегатов	3,86
Mg^{2+}, мг-экв/100 г	3,6		
pHв	7,03		
pHс	6,55		

Таблица 2

Показатели гумусного состояния лугово-черноземных почв в слое почвы 0-20 см (Суджанский район, 2018 г.).

Показатели	Тип воздействия		
	сенокошение	слабый выпас	распашка
ЛГВ, С мг/кг	4463	3026	2896
ЛГК, С мг/кг	1967	1769	1567
ЛФК, С мг/кг	1996	1856	1806
Слгк/Слгв, %	44,1	38,7	34,1
Слгк/Слфк	0,80	0,62	0,56
Гумус, %	6,23	6,35	5,85

На заболоченных участках и понижениях рельефа формируются соответственно аллювиальные почвы и почвы болотно-глеевые и торфяно-глеевые. Почвы исследуемой территории суглинистого и тяжелосуглинистого механического состава с хорошо выраженным темно-серым гумусовым слоем и признаками оглеения в нижней части профиля. Наличие охристо-ржавых пятен, кон-

креций и примазок, свидетельствующих о перераспределении оксидов железа в условиях периодического переувлажнения. Почвенные образцы характеризуются достаточно высоким содержанием гумуса (в отдельных образцах до 6-6,5%). Характер гумусового профиля луговых почв определяется обильными органическими остатками, поставляемыми травянистой луговой растительностью, и их гумификацией в среде, богатой кальцием. На исследуемой территории уровень грунтовых вод повышен и влияние их на почвообразование усилено. Морфологическое строение лугово-черноземных почв в общих чертах типично для этих почв и сходно со строением черноземов. Отличительными признаками являются: нарастание влажности сверху вниз по профилю вплоть до уровня почвенно-грунтовых вод, железомарганцевые образования и признаки оглеения в нижней части профиля, повышенная гумусность верхней части гумусового горизонта. Реакция почвы близка к нейтральной; у почв, отдельных образцов наблюдается незначительное отклонение в кислую или щелочную сторону. Это вероятно обусловлено периодическим воздействием грунтовых вод, что обусловливает нейтральную или слабощелочную реакцию всей почвенной толщи. Почвы значительно увлажнены. Для большинства исследуемых образцов характерно активное вскипание, что связано с накоплением карбонатов. Постоянное воздействие на нижнюю часть профиля луговых почв близких грунтовых вод сопровождается восстановлением соединений железа. Характерны железистые натечные формы в аккумулятивном горизонте, в виде темно бурых продолговатых пятен и охристо-рыжеватых вкраплений.

Выводы

Таким образом, следует отметить, что в соответствие с полученными результатами, почвы характеризуются достаточно высокими показателями плодородия, отмечается некоторое снижение на участках, подвергающихся распашке. В целом следует отметить, что почвообразование в пойменных ландшафтах и специфика почвенного покрова в значительной степени определяется влиянием гидрологического режима. Влияние антропогенного использования, как и на других типах природно-территориальных комплексов, проявляется в зависимости от типа и интенсивности. Использование в качестве пастбищно-сенокосных угодий является одним из оптимальных режимов природопользования для данного типа ландшафтов, исходя из диагностических признаков почвенного покрова.

Литература

[1] ГОСТ 26204-91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО – М: Издательство стандартов, 1992 – 8 с.

[2] ГОСТ 26483-85 Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО – М: Издательство стандартов, 1985 – 6 с.

[3] ГОСТ 27593-88 Почвы. Термины и определения. – Москва: ИПК Изд-во стандартов, 1988 – 11 с.

[4] *Добровольский Г.В.* Экологическое значение почв в биосфере и жизни человека. / Труды Института экологического почвоведения, 2007 вып. 8, С. 5-23.

[5] *Иванов В.Д., Кузнецова Е.В.* Эрозия и охрана почв Центрального Черноземья России: Учебное пособие. Воронеж: ВГАУ, 2003. – 360 с.
[6] *Лопырев М.И.* Основы агроландшафтоведения. Воронеж, ВГУ, 1995. – 181 с.
[7] *Лопырев, М.И.* Экологизация земледелия на ландшафтной основе: науч.-практ. пособие. – Воронеж: Изд-во «Полиарт», 2004. – 128 с.
[8] Рекомендации для исследования баланса и трансформации органического вещества при сельскохозяйственном использовании и интенсивном окультуривании почв ВАСХНИЛ. Почвенный институт им. В.В. Докучаева. – М: Колос, 1984. – 94 с.
[9] *Malezieux E.* Designing cropping systems from nature/Agronomy for Sustainable Development. 2012, №32. – P. 15-29.
[10] *Walker B., Holling C.S., Carpenter S.R., Kinzig A.* (2004) Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. Ecol. Soc. 9(2):5-24.
[11] *Westman W.E.* (1978) Measuring the inertia and resilience of ecosystems. Bioscience. - 28(11):705-710.

S u m m a r y. The problem of studying the interaction of natural and anthropogenic factors in soil formation is quite relevant. Floodplain soils of the study area are an example of a combination of intensive impact of floodplain processes and diverse anthropogenic use. The article presents the results of a study of the properties of the soil cover of meadow-pasture agrolandscape of the low floodplain of the suja river.

ЛАНДШАФТЫ, ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И РЕЛЬЕФ ГОРОДА КРАСНОЯРСКА, КАК ОСНОВА РАЗВИТИЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА

В.А. Безруких*, Л.Г. Макарова**
**КГПУ им. В.П. Астафьева, г. Красноярск*
***Сибирский Федеральный Университет, г. Красноярск, kapitel-proekt@mail.ru*

LANDSCAPES, GEOLOGICAL STRUCTURE AND RELIEF OF KRASNOYARSK CITY AS A BASIS FOR DEVELOPMENT OF URBAN DEVELOPMENT

V.A. Bezrukih*, L.G. Makarova**
**KSPU them. V.P. Astafieva, Krasnoyars,*
***«Siberian Federal Universitet», Krasnoyarsk*

Аннотация. Рассматривается особенности ландшафтов города Красноярска как геолого-геоморфологическая основа для градостроительства. Огромное влияние на размещение строительных площадок оказывает геологический субстрат, гидрологические условия и рельеф. Важную роль в формировании ландшафтных особенностей играет долина реки Енисей, которая является полосой переходных ландшафтов между крупными природными зонами, и занимает преобладающую часть города. На территории и его окрестностей насчитывается 8 террас, образовавшихся в разное время. С инженерно-геологической позиции выделяются четыре категории участков: участки вполне пригодные, достаточно пригодные, условно пригодные и непригодные для строительства. Далее дается характеристика отдельных участков формирования ландшафта.
Ключевые слова: рельеф, геоморфология, градостроительство, природные зоны, ландшафт.

Введение

Размещение площадок для строительства зависит от геологии, строения рельефа и ландшафтов. В формировании ландшафтов города Красноярска важную роль играет долина реки Енисей, которая занимает преобладающую часть территории и составляет комплекс геоморфологических террас, которых насчитывается до 8, образующихся в разное время. С инженерно-геологических позиций выделяют четыре категории участков: вполне пригодные, достаточно пригодные, условно пригодные и непригодные для застройки. В тексте статьи рассматриваются характеристики участков.

Объект исследования и методы

Регионом исследования является город Красноярск и его окрестности, Емельяновский и Берёзовский районы.

Изучение геологического строения, рельефа и ландшафтов для целей анализа существующих особенностей эксплуатации и дальнейшего развития градостроительства с использованием картографического морфометрического методов исследования, геоморфологического районирования и др.

Красноярская лесостепь расположена на предгорной равнине на стыке Восточного Саяна, Западной Сибири и Среднесибирского плоскогорья. На юге лесостепь ограничена Торгашинским хребтом и Куйсумскими горами, на востоке долиной реки Енисей, на восьми террасах которого раскинулся город Красноярск [2]. Ландшафтные ресурсы, на базе которых создаются урбанизированные комплексы, предопределяют граничные условия их техногенной трансформации. Наиболее устойчивым и консервативным блоком системообразующих факторов природной среды является геоморфологический каркас территории. Литогенная основа ландшафта, включающая рельеф, геологический субстрат и гидрогеологические условия, является комплексным фактором. Территория района характеризуется значительным разнообразием рельефа. Огромное влияние на размещение строительных площадок оказывает рельеф Красноярска, расположенного на обоих берегах реки Енисей в ее среднем течении. Важную роль в формировании ландшафтных особенностей Красноярска и его окрестностей играет долина реки, которая является полосой переходных ландшафтов между крупными природными зонами. В целом она представляет собой ступенчатую эрозионно-аккумулятивную равнину, имеет сложную морфологию. Разнообразие форм рельефа и геологического строения, наличие водных акваторий и растительности, то есть природно-генетических признаков местности, определяют выделение различных типов природных ландшафтов, на фоне которых сложилась и развивается территория города и пригородной зоны. Город располагается на правом и левом берегах долины реки Енисей, ширина правобережной и левобережной частей долины не одинакова. Правобережная часть изменяется от 1 км у ручья Лалетина до 6-8 км при впадении реки Березовки. Левобережная долина значительно расширяется от 2 до 8 км только при впадении реки Качи и в северной части, в районе с. Песчанка. Минимальные абсолютные высотные отметки дна долины приурочены к руслу реки и изменяются от 130 до 135 м над

уровнем моря у с. Песчанка и до 142-143 м у ручья Лалетина. Максимальные высоты с абсолютными отметкам и от 270 до 300 м (правый берег) и от160 до 250 м (левый берег) приурочены к водораздельным массивам. На юго-востоке (гора Лысая) высоты достигают от 600 до 700 м над уровнем моря [5]. Большую часть равнины составляет комплекс террас, образовавшихся в результате геологической деятельности реки Енисей и его притоков [3, 4]. В окрестностях города насчитывается 8 террас, образовавшихся в разное время. Образование первой группы террас началось, предположительно, в конце третичного периода. К ней относится девятая терраса, которая в окрестностях города не сохранилась. Состав ее, по В.И. Громову, снизу-вверх: галечники, переслаивание аллювиальных песков или супесей, выше – палевосерые супеси и суглинки делювия и почвенный горизонт, или же – лёссовидные суглинки или лёсс. Высота ее 10-20 м. Различие высот определяется материалом делювиальных накоплений. Ко второй группе террас относится скульптурно-аккумулятивные, а к третьей – аккумулятивные. К самым молодым образованиям относятся верхняя и нижняя поймы, которые представлены островами в долине реки Енисея и его притоков. Особенно отчетливо мы видим 8-ю террасу, поднимающуюся над современным руслом реки на 160-180 м. Она хорошо заметна от станции Юннатов до Гремячей сопки. На высоте 130-140 м находится 7-я терраса. На ней расположены Студенческий и Академический городки, а в правобережье широкой лентой она протянулась вдоль северного склона Торгашинского хребта. 6-я терраса около поселка Базаиха имеет высоту 100-120 м. Эти три террасы являются древними. Они образовались больше миллиона лет тому назад. 5-я терраса (60-80 м) занимает обширную территорию от Мединститута до Зеленой Рощи, а 4-ая (40-60 м) – около поселков Солонцы, Базаиха и в некоторых других местах. На высоте 30-36 метров над современным уровнем русла Енисея находится 3-я терраса. Она хорошо выражена по долинам рек Качи и Бугача. Большая часть право и левобережья города находится на 2-й террасе (15-25 м). Третья и вторая террасы относятся к тому времени, когда в окрестностях города уже жил человек каменного века, более 7 тыс. лет назад, а ландшафт представлял собой нечто вроде холодной лесостепи или редколесья. Лучше всего эта терраса выражена в районе Красноярска, почему она и носит название красноярской. Средние горизонты этой террасы содержат кости постплиоценовых (четвертичных) животных. Галечники и пески основания этой террасы представлены уже прочно сцементированными породами – песчаниками и конгломератами [3]. С инженерно-геологической позиции выделяются четыре категории участков: участки вполне пригодные, достаточно пригодные, условно пригодные и не пригодные для строительства.

Обсуждение результатов

Участки **вполне пригодные** для городского строительства – характеризуются высокой прочностью пород. Это устойчивые породы, на которых развитие современных геологических процессов, опасных для возводимых сооружений не наблюдается. Подземные воды залегают набольших глубинах

(от 10-15 до 20 м), никаких инженерных мероприятий на подготовки территории к строительству практически не требуется. Объём земляных работ, благодаря выравненности рельефа, минимальный. Фрагменты неогеновой аллювиальной равнины сложены бурыми лёгкими глинами. Отложения плотные, несжимаемые, допускаемые нагрузки на них 3 кг/см², мощность их до 10 м, основанием сооружений служат галечники с валунами. Заполнителем служат мелкозернистые и грубозернистые пески и бурые глины. Мощность этих отложений достигает от 10 до 20 м. Галечники и валуны представлены в основном породами, которые трудно поддаются выветриванию (кварц, кварциты). Допускаемые нагрузки более 10 кг/см², пески, слагающие данные фрагменты, относятся к неотсортированным мелко и среднезернистым пескам, достаточно плотным по сложению. Они представляют собой хорошее основание для любого сооружения. Делювиальные склоны с маломощным (до 2-3 м) чехлом рыхлых четвертичных отложений развиты на правобережье р. Енисей. Мощность делювиальных отложений от 0,5 до 20 м. Представлены они облессованными пылеватыми суглинками. Коренные породы – слабосцементированные песчаники с прослоями аргиллитов и алевролитов, мергели красноцветной формацией. По свойствам указанные отложения пригодны основанием для любых сооружений. Глубина залегания первого от поверхности водоносного горизонта изменяется от 25 до 50 м. Вторая надпойменная терраса р. Енисей, сложенная русловыми фациями аллювия. Широко развита как на правом, так и на левобережье р. Енисей. Высота террасы над урезом реки достигает 14-18 м. поверхность слабоволнистая, осложненная в прибрежной части эоловыми песчаными дюнами. Высота дюн 2-3 м, протяжённость до 50 м. поверхности, терраса сложена тонкозернистыми песками с небольшими линзами легких супесей, которые подстилаются галечниками. В качестве оснований служат галечники, допустимые нагрузки 10 кг/см². Первый от поверхности водоносный горизонт залегает на глубине 10-15 м. Территория участка вполне благоприятна для строительства. Первая надпойменная терраса р. Енисей высотой 8-12 м над урезом воды представляет собой слабоволнистую, почти горизонтальную поверхность. Аллювиальные отложения представлены с поверхности маломощным (1,5-2,5 м) пылеватыми супесями, которые подстилаются галечниками (8-16 м). Породами оснований служат аллювиальные галечники. Первый от поверхности водоносный горизонт на участках террасы, относимых к категории вполне благоприятных, залегает на глубинах от 5 до 10-15 м.

Участки **достаточно пригодные** для городского строительства– характеризуются отсутствием развития геологических процессов, опасных для возводимых сооружений. Рельеф участков выровненный. Характеристики участка по высотности, залеганию отложений, характеристиками пород аналогичны вполне пригодным участкам, однако пригодность его снижается тем, что первый от поверхности водоносный горизонт залегает на глубине 0,5 м, а колебания уровня грунтовых вод достигают от 2 до 5 м, следовательно, здесь следует опасаться подтопления подвальных помещений в паводковые периоды. Пологие делювиальные склоны с мощным покровом делювиальных

суглинистых отложений представляют собой аккумулятивные, выположеные (с углом 10°) части делювиальных склонов и водоразделы. Делювиальные отложения представлены буровато-коричневыми и серовато-коричневыми суглинками, мощность которых изменяется от 5 до 10 м, эти отложения и являются основаниями сооружений. Первый от поверхности водоносный горизонт залегает на глубине от 25 до 50 м и не влияет на условия строительства. Современные геологические процессы отсутствуют. Высокая пластичность делювиальных суглинков определяет возможность оплывания и возникновения мелких оползней – сплывов. Инженерно-геологические изыскания должны быть направлены на выяснение мощности делювиальных отложений в каждом конкретном случае и на определение механических свойств суглинков (сжимаемость, сопротивление сдвигу). В том случае, когда мощность этих отложений достигает 5 м, рекомендуется съем грунтов на глубину 2-2,5 м. При использовании данного участка следует учитывать значительную размываемость лессовидных суглинков, что при большой (до 20°) крутизне склонов и слабой водопроницаемости может привести к формированию мелких промоин в случае неправильной организации поверхностного стока. Значительную крутизну склонов, что вызывает необходимость в проведении планировочных земляных работ. Дополнительные инженерно-геологические исследования должны быть направлены на выяснение мощности делювиальных, отложений в каждом конкретном случае им физико-механических свойств. Комплекс надпойменных террас правобережных притоков р.Енисей, рек Березовка и Базаиха имеют выгодное местоположение на берег у реки, ровную поверхность, породами оснований которых являются либо аллювиальные галечники на первой и второй террасах, либо породы терригенно-карбонатной формации. Как те, так и другие являются надёжными основаниями для сооружений. Останцы древней поверхности денудации встречаются на левобережье р. Енисей в виде двух изолированных друг от друга площадок протяжённостью до 200 м. Абсолютные отметки поверхности изменяются в пределах 300-350 м. Отложения, которые будут служить основаниями сооружений, здесь представлены элювием (щебнистый элювий с глинистым заполнителем). Мощность этих отложений колеблется до 5 м. первый от поверхности водоносный горизонт находится на глубине более 50 м. Дополнительные инженерно-геологические исследования на данном участке должны быть направлены на уточнение и определение мощности зон выветривания и изучение физико-механических свойств элювия.

Участки **условно пригодные** для городского строительства– территория высокой поймы, сложенная русловыми фациями аллювия. Она занимает обычно наиболее высокие пространства поймы, которые затапливаются водами реки ежегодно, в наиболее высокие паводки. Уровень грунтовых вод здесь находится на глубине 2-5 м. такие участки представляют собой наиболее удобные для строительства территории поймы. Породами для сооружений служат либо тонкозернистые пески, либо галечники с допустимыми нагрузками на них 1,5-2 кг/см^2. Тыловая часть **второй** надпойменной террасы р. Енисей и вторая надпойменная терраса р. Качи занимает территорию

второй надпойменной террасы р. Енисей, расположенную на левобережье реки Енисей между деревнями Коркино и Кубеково, на правобережье – у микрорайона Энергетики и за пос. Берёзовка. При строительстве на территории данных участков следует учитывать возможности: осадки сооружений при замачивании лессовидных отложений; развития суффозионно-эрозионных процессов вблизи котлованов, траншей и других искусственных выемок в результате попадания вод в толщу лессовидных пород; дополнительной осадки сооружений из-за нахождения в толще лессовидных пород древних пустот. Инженерные мероприятия при подготовке территории данного участка для строительства должны быть направлены на устранение недостатков оснований. Дополнительные инженерно-геологические исследования должны быть направлены на выяснение мощности облессованной толщи в каждом конкретном случае, так как это даёт возможность определить величину осадки сооружений; причин образования на поверхности бугристо-западинного рельефа. **Четвёртая** надпойменная терраса р. Енисей занимает значительные площади, как на левобережье, так и на правобережье р. Енисей. На левобережье четвёртая терраса развита от г. Красноярска до деревни Коркино. На левобережье можно выделить несколько подучастков с развитием аллювиально-делювиальных супесей пойменной фации, подстилаемых песками и галечниками; аллювиальных супесчано-глинистых лессовидных отложений; аллювиальных супесчаных лессовидных отложений, аллювиально-пролювиальных отложений. **Шестая** терраса представлена в виде отдельных эрозионных остатков значительной протяжённости. Абсолютные отметки 275 м, поверхность ровная. Отложения террасы с поверхности представлены лессовидными суглинками, легкоразмываемыми, просадочными, мощностью до 10 м они подстилаются слоистой толщей супесей суглинков и песков (мощность более 12 м) и галечниками. Первый от поверхности водоносный горизонт залегает на глубине 25-50 м. Породами оснований являются лессовидные участки. В силу того, что они обладают значительной просадочностью, а мощность их достаточно велика, они представляют собой неблагоприятные основания, строительство на которых требует дорогостоящих инженерных мероприятий по укреплению грунтов в основании сооружений. По аналогии с четвёртой надпойменной террасы в толще лессовидных суглинков следует ожидать возникновения суффозионно-эрозионных процессов. **Седьмая** и **восьмая** надпойменные террасы развиты как на левобережье (район Академгородка, Студгородка, деревни Худоногово), так и на правобережье (район деревни Торгашино). Абсолютные отметки террас 275-280 м. Поверхность их ровная, но встречается в виде отдельных эрозионных останков очень небольшой протяжённости. С поверхности отложения террас представлены лессовидными суглинками, мощность которых колеблется от 5 до 10 м. Они подстилаются бурыми суглинками (мощность 2-2,7 м), мелкозернистыми и тонкозернистыми песками (мощность 3-6 м) и галечниками (мощность до 6 м). Первый от поверхности водоносный горизонт залегает на глубине 25-50 м. Породами оснований будут служить лессовидные суглинки. Делювиальные склоны с мощным (более 5 м) чехлом делювиальных лессо-

видных отложений имеют развитие, как на правобережье, так и на левобережье р. Енисей. Он представляет собой пологие (2-4°) делювиальные склоны значительной протяжённости. Ровный характер поверхности данного участка определяет пригодность его для строительства, однако, пригодность его снижается значительной просадочностью лессовидных отложений, которые будут служить основаниями сооружений, значительной мощностью, определяющей большие осадки сооружений, а так же лёгкой размываемостью данных отложений. Слабое сопротивление размывам может привести к интенсивному развитию эрозионных процессов на склонах, вследствие неправильной организации поверхностного стока. Оползневый склон **седьмой** надпойменой террасы имеет ограниченное развитие и прослеживается лишь на левобережье р. Енисей – от деревни Кубеково до деревни Худоногово. Протяжённость его 8 км. При использовании всего рассматриваемого участка под строительные площади следует учитывать значительные неровности рельефа. Выровненные площади имеют незначительную протяжённость – 100 м, 500 м, редко 700 м; устойчивые участки склонов имеют очень ограниченную протяжённость. При подготовке данной территории для строительства инженерные мероприятия должны быть направлены на укрепление нижней части оползневого склона и планировочные работы значительных объёмов.

Территории **не пригодные** для городского строительства – низкая пойма р. Енисей и поймы его притоков возвышается над урезом воды на 2-4 м поверхность неровная, гривистая, кочковатая, местами заболоченная. На ней встречаются западины, представляющие собой бывшие притоки и старицы. Она ежегодно затапливается рекой. Мощность аллювиальных отношений достигает 15-20 м уровень грунтовых вод находится на глубине 0-2 м, породами оснований служат иловатые супеси и суглинки с допустимыми нагрузками до 1 кг/см². При использовании данной территории под строительство следует учитывать неравномерные осадки сооружений, вследствие не до уплотнения пород оснований, и возможность ежегодного затопления сооружений, расположенных на ней. Первая терраса рек Качи и Бугача представляют собой незначительные по протяжённости эрозионные останцы первой надпойменной террасы рек Качии и Бугача, развитые обычно вдоль русла рек. Поверхность террасы возвышается над урезом воды на 4,0-4,5 м, неровная, кочковатая. Допустимые нагрузки не превышают 1 кг/см². При использовании данного участка под строительство следует учитывать неравномерные осадки, недоуплотнённость пород оснований, возможность подтопления сооружений и незначительные площади. Осыпные и эрозионные склоны, крутые (угол 20-35°) и средней крутизны (угол 10-20°) являются зоной распространения эрозионных процессов (р. Берёзовка). Подобное же строение имеет и правый склон руч. Солнечного. Инженерные мероприятия здесь должны быть направлены на укрепление и выхолаживание склонов [1].

Выводы

Ландшафты Красноярской лесостепной зоны вполне пригодны для строительства. Градостроительная застройка ведется вдоль реки Енисей и на равнин-

ных участках левого и правого берега. «Геометрия» города расположена на террасах. Возвышенный рельеф Красноярска ограничивает выбор строительных площадок, поэтому левый берег Енисея более благоприятен для строительства. Река оказывает влияние на расположение зданий, что непосредственно связано с величиной территории города. Застройка и эксплуатация природных ландшафтов должна вестись с учетом возможных изменений в геологической структуре и не допускать пагубного антропогенного влияния.

Литература

[1] *Антоненко О.В.* Условия градостроительства в условиях сложного ландшафта. / География и геоэкология на службе науки и инновационного бразования. 2016. Вып. 8.

[2] *Безруких В.А., Кириллов М.В.* Физическая география Красноярского края и республики Хакассии : учеб. пособие. Красноярск: Краснояр. кн. изд-во, 1993.

[3] *Безруких В.А.* Геолого-геоморфологические и почвенные условия окрестностей г. Красноярска. / Красноярска. гос. пед. ун-тим. В.П. Астафьева. Красноярск, 2015.

[4] *Кириллов М.В.* Окрестности Красноярска. Красноярск: Краснояр. кн. изд-во, 1977. 91 с.

[5] *Печенкина Т.Л.* Геолого-геоморфологическая основа для градостроительства Красноярска. География, история и геоэкология на службе науки и инновационного образования: материалы Всерос. науч. практ. конф. смеждунар. участием, посвящ. Всемир. Дню Земли 75-летию каф. физич. Географии и геоэкологии (Красноярск, 19-20 апреля 2012 г.) Вып. 7. Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2012.

S u m m a r y. Features of the landscapes of the city of Krasnoyarsk are considered as a geological and geomorphological basis of urban planning. Geological substrate, hydrological conditions and terrain have a great influence on the location of construction sites. An important role in the formation of landscape features is played by the valley of the Yenisei River, which represents a strip of transitional landscapes between large natural territories and occupies most of the city. On the territory and in its surroundings there are 8 terraces formed at different times. Four categories of territories have a different engineering and geological composition: the areas are quite suitable, quite suitable, conditionally suitable and unsuitable for construction. Below is a description of the individual parts of the formation of the landscape.

ЛАНДШАФТНАЯ СТРУКТУРА ГОРНО-ТАЕЖНЫХ ГЕОСИСТЕМ БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ И ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ЕЕ НАРУШЕНИЯ

И.Н. Биличенко
Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, irinabilnik@mail.ru

LANDSCAPE STRUCTURE OF MINING-TAIGE GEOSYSTEMS OF THE BAIKAL NATURAL TERRITORY AND MAIN FACTORS OF ITS VIOLATION

I.N. Bilichenko
Institute of Geography V.B. Sochavy SB RAS, Irkutsk

Аннотация. Проведен ландшафтно-структурный анализ горных геосистем Прибайкалья (Баргузинский хребет, Приморский хребет). Ландшафтная структура изучена с использованием принципов учения о геосистемах, разработанное В.Б. Сочавой. На основе космоснимков и полевых наблюдений составлены ландшафтные карты на уровне крупномасштабной топологической проработки ландшафтов ранга фаций и групп фаций. При анализе учитывались региональные закономерности, характеристики климата и рельефа, дифференциация растительности и почв, особенности современного использования территории.
Ключевые слова: ландшафтная структура, Байкальская Природная территории, горно-таежные геосистемы, пожары.

Введение

В последние годы на территории Байкальской Природной территории регистрируются потепление и увлажнение климата, формируется сложная пожароопасная ситуация и интенсивно развивается туризм. Экспедиционные исследования, проведенные в 2017-2018 годах были направлены на установление пространственных закономерностей в распределении геосистем различного ранга. В соответствии с поставленной целью анализировался региональный фон и основные факторы ландшафтной дифференциации изучаемых районов, выявлены закономерности структуры геосистем и составлены ландшафтные карты ключевых участков.

Объекты и методы

Системной основой для изучения и картографирования ландшафтов горных систем Байкальского региона на разных масштабных уровнях служит учение о геосистемах сибирской географической школы [5], методика которого апробирована в разных регионах Азиатской части России

Ландшафтную структура рассмотрена на примере Приольхонья (Приморский хребет) и Баргузинского хребта (Забайкальский национальный парк (ЗНП) и Баргузинский заповедник). Территориально это Западное и Северное Прибайкалье. Согласно физико-географическому районированию Михеева В.С., Ряшина В.А. [3] это территория входит в состав Байкало-Джугджурской области, Прибайкальской гольцово-горнотаежной и котловинной провинции и ей характерны достаточно разнообразные природные условия. Преобладающими здесь являются лиственничные леса разных условий развития (преимущественно редуцированного) с подлеском из кедрового стланика и ерника. Последствия лесных пожаров в горных условиях имеют катастрофический характер. Здесь, в

связи с активизацией склоновых процессов, деградацией почвенного профиля замедляются процессы восстановления лесов.

Изучаемая территория Приольхонья относится к двум физико-географическим районам. Горно-степная и подтаежная часть Приольхонского плато относится к Ольхонскому горно-подтаежному и подгорно-степному району Байкальской котловинной прибрежной подпровинции. Приморский хребет – к Сарма-Чанчурскому гольцово-горно-таежному району Прибайкальской гольцово-горно-таежной и котловинной провинции [2]. Климат территории отличается антициклональным режимом при недостаточном атмосферном увлажнении (100-400 мм), коротком вегетационном периоде (4-4,5 месяца), малоснежной зиме. Средняя температура воздуха января составляет –17,3ºС, июля – 14,4ºС, а среднегодовая – 0,7ºС [4]. На территории полигона представлено многообразие видов светлохвойных лиственничных байкало-джугджурских, темнохвойных и сосновых южносибирских, горно-степных центрально-азиатских, а также интразональных типологических групп ландшафтов. По районированию БПТ [3] две последние региональные группы относятся к экстраобластными, т. е. находятся на отдалении от своего основного ареала, имея меньшую устойчивость к воздействию. Контрастность ландшафтных условий территории определяется сочетанием барьерно-теневого (определяется юго-восточным простиранием хребта в зоне «дождевой тени» при переносе воздушных масс с северо-запада), аридно-котловинного и подгорного эффектов.

В ландшафтной структуре Баргузинского хребта преобладают гольцовые геосистемы – 58% и горнотаежные – 34%. Большие площади гольцов связаны с большими абсолютными высотами хребта, почти до 3тысяч метров. Верхняя граница лесного пояса проходит на высоте 1100-1250 м на западном склоне и 1300-1400 м на восточном. В хребте насчитывается 1530 озер, расположенных в гольцовом поясе. В основном это каровые озера [4]. Ландшафтная структура хребта обусловлена блоковым строением рельефа, абсолютной высотой и древним оледенением

На региональном уровне обобщения значительно других превосходят гольцовые субальпинотипные геосистемы (23,51% площади хребта), гольцовые задернованные (18,18%), горно-таежные ограниченного развития (15,34%) и горно-таежного редуцированного развития (14,98%). На топологическом уровне ландшафтную структуру хребта в значительной мере образуют крутосклоновые скалисто-грубообломочные геосистемы, занимающие 18,69% площади хребта, склоновые кустарниковые кедрово-стланиковые (14,63%) и скальные водораздельные и каровые комплексы (11,66%).

Территория исследования значительно подвержена проявлению пирогенного фактора, влияние которого наиболее подробно рассмотрено на примере особо охраняемой территории Забайкальского национального парка (ЗНП), включенной в Центральную экологическую зону озера Байкал по ФЗ «Об охране озера Байкал». На данную территорию собраны многолетние статистические данные по распространению пожаров, топографические карты территории, космические снимки Landsat 5, 7, 8 за различные сезоны и годы, лесотаксационные данные.

Забайкальский национальный парк включает южную часть западного макросклона Баргузинского хребта, Чивыркуйский перешеек, Ушканьи острова и полуостров Святой нос и имеет площадь 2690 км^2 (14,4% это акватория оз. Байкал). Наибольшую площадь занимают подгольцовые лиственнично-редколесные каменноберезовые группы фаций (24,8%). Редколесья чаще всего состоит из кедра, пихты, ели, лиственницы, на склонах гравитационного сноса распространен кедровый стланик, душекия. Далее по площади идет подгольцовая кустарниковая группа фаций (16%) в сочетании с субальпинотипными лугами. Одинаково (по 8,1%) занимают горнотаежные лиственничные редуцированного развития и межгорных понижений и долин таежные лиственничные ограниченного развития.

На территории парка было рассмотрено распределение лесных пожаров по территории, условия их возникновения и распространения. Изучены климатические условия региона, отмечено возрастающее количество засух, порывистых ветров. Различные стадии восстановления ландшафтов после пожаров вносят дополнительное разнообразие в ландшафтную структуру региона, который итак обладает высокой степенью контрастности. Также выявлено, что распространение пожаров совпадает с доминированием в территориальной структуре устойчиво-производных состояний геосистем.

Литература

[1] Атлас. Иркутская область: Экологические условия развития. – Москва–Иркутск: изд. Ин-та географии имени В.Б. Сочавы СО РАН, 2004. – 132 с.

[2] Географические исследования Сибири. Т. 1. Структура и динамика геосистем. / Отв. ред. Ю.М. Семенов, А.В. Белов. – Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2007. – 413 с.

[3] *Михеев В.С., Ряшин В.А.* Ландшафты юга Восточной Сибири. Карта. М-б 1:1 500 000. М.: ГУГК, 1977. 4 л.

[4] *Плюснин В.М.* Ландшафтный анализ горных территорий. – Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2003. – 257 с.

[5] *Сочава В.Б.* Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск: Наука, 1978. – 317 с.

S u m m a r y. A landscape-structural analysis of the mountain geosystems of the Baikal region (the Barguzinskii Range, the Primorskii Range) was carried out. The landscape structure was studied using the principles of the theory of geosystems, developed by V.B. Sochava. On the basis of satellite images and field observations, landscape maps were compiled at the level of large-scale topological study of landscape facies and facies groups. The analysis took into account regional patterns, characteristics of climate and topography, differentiation of vegetation and soil, and features of the current use of the territory.

ОСОБЕННОСТИ АНОМАЛИЙ СПЕКТРАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АОТ ПО ДАННЫМ СОЛНЕЧНОГО ФОТОМЕТРА (AERONET) В ЯКУТСКЕ ЗА ПЕРИОД 2004-2017 ГГ.

М.С. Васильев

ФГБУН Институт космофизических исследований и аэрономии им. Ю.Г. Шафера СО РАН, г. Якутск, m.s.vasiliev@ikfia.ysn.ru

ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова», г. Якутск, vms_1984@mail.ru

FEATURES OF ANOMALY SPECTRAL DISTRIBUTION OF AOD ACCORDING TO SUN-SKY PHOTOMETER DATA (AERONET) IN YAKUTSK FOR THE PERIOD 2004-2017

M.S. Vasiliev

Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy of SB RAS, Yakutsk

M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk

Аннотация: В настоящей работе приводятся результаты анализа особенностей спектрального распределения аэрозольной оптической толщи (АОТ) над центральной частью Якутии по среднемесячным данным солнечного фотометра CIMEL CE-318 (АЭРОНЕТ). За период 2004-2017 гг. по данным основных оптических характеристик (параметра Ангстрема (*A*) и АОТ) выявлены некоторые аномалии в спектральном распределении среднемесячных значений АОТ.

Ключевые слова: аэрозольная оптическая толща, АЭРОНЕТ, параметр Ангстрема, спектральное распределение, лесные пожары.

Введение

Метод рассеянного и прямого солнечного излучения является одним из эффективных способов определения оптических характеристик атмосферного аэрозоля. Исследования изменчивости АОТ необходимы для решения различных задач, включая геоэкологический мониторинг состояния окружающей среды, расчет радиационных потоков, анализ взаимодействия аэрозолей с водяным паром и т.д.

В настоящей работе представлены результаты анализа особенностей спектрального распределения АОТ над центральной частью Якутии по среднемесячным данным солнечного фотометра CIMEL CE-318 за период 2004-2017 гг.

Экспериментальные данные

Среднемесячные значения АОТ и *A* получены по данным солнечного фотометра CIMEL CE-318 (ст. Якутск – 61.662N; 129.367E, АЭРОНЕТ - https://aeronet.gsfc.nasa.gov/) [3-6, 9]. В работе были использованы данные версии 3 (уровень 2).

Атмосферный аэрозоль принято делить на три класса в зависимости от размеров частиц (дисперсности): дымы (высокодисперсные 0,001-0,1 мкм); облака, туманы (средне-дисперсные 0,1-10 мкм); пыль (грубодисперсные, размеры частиц которых более 10 мкм) [8]. Параметр *A* характеризует дисперсность аэрозольных частиц. Значения, близкие к нулю, означают преобладание крупных частиц: в случаях, когда $A>1$ велика доля высокодисперсных частиц (наличие дыма) [1].

Результаты анализа спектрального распределения АОТ

Исходя из того, что среднестатистическое спектральное распределение АОТ для станций АЭРОНЕТ можно записать в виде AOT(340)>AOT(380)>…>AOT(1020)>AOT(1640) [7], то за рассматриваемый период при анализе спектрального распределения среднемесячных значений АОТ были обнаружены некоторые аномалии (табл.). Например, в 2017 г. аномалии спектрального распределения среднемесячных значений АОТ наблюдались в феврале и июле (рис. 1), когда AOT(380)<AOT(440). Возможно, февральская аномалия связана с так называемым явлением «Арктической дымки» [10] (характеризующимся трансполярным выносом аэрозольных частиц в основном техногенного происхождения в зимне-весенний период в Арктику), а июльская – с дымами от лесных пожаров (июль). Среднемесячные значения параметра *A* (500/870 *нм*) за весь период наблюдения на солнечном фотометре CIMEL CE-318 в 2017 г. находились в пределах от 1,21 до 1,37 *нм*.

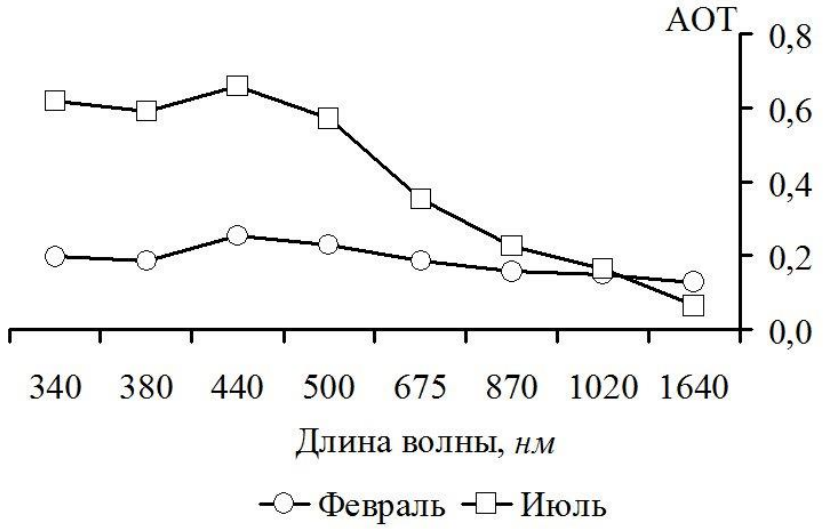


Рис. 1. Аномальное спектральное распределения АОТ в феврале и июле 2017 г.

Наблюдаемое спектральное распределение среднемесячных значений АОТ в отсутствии аномалий за период апрель-октябрь 2014 г. (табл.) представлено на рисунке 2.

Представляет дальнейший интерес детального анализа проявления аномалий в спектральном распределении АОТ. В связи, с чем необходимо привлечение разносторонней информации: данных метеорологических станций, модели обратных и прямых траекторий распространения воздушных масс (HYSPLIT, http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT.php), автоматических газоанализаторов, информации об очагах горения лесного массива (данные системы FIRMS, https://earthdata.nasa.gov/data/near-real-time-data/firms/active-fire-data) и т.п.

Таблица

Аномалии спектрального распределения среднемесячных значений AOT по данным CIMEL CE-318 (*Version 3, AOT Level 2.0*) за период 2004-2017 гг., где пустые ячейки означают отсутствие аномалии.

Год	Период наблюдения (CIMEL CE-318)	Период наблюдаемой аномалии спектрального распределения AOT	Характер аномалии спектрального распределения AOT (длина волны, *нм*)	Диапазон среднемесячных значений параметра Ангстрема (500/800 нм) за весь период наблюдения
2004	Май-Октябрь	-	-	от 1,32 до 1,73
2005	Май-Ноябрь	Июль, Октябрь, Ноябрь	AOT(440) < AOT(500), AOT(380) < AOT(440), AOT(440) < AOT(500)	от 1,34 до 1,75
2006	Март-Апрель, Июнь-Ноябрь	Апрель, Ноябрь	AOT(340) < AOT(380), AOT(340) < AOT(380) < AOT(440)	от 1,07 до 1,75
2007	Апрель-Сентябрь	-	-	от 1,40 до 1,66
2008	Май-Ноябрь	Май, Ноябрь	AOT(440) < AOT(500), AOT(380) < AOT(440)	от 1,06 до 1,65
2009	Январь-Сентябрь	-	-	от 0,78 до 1,77
2010	Март-Октябрь	-	-	от 1,03 до 1,65
2011	Апрель-Ноябрь	-	-	от 1,28 до 1,99
2012	Февраль-Июль, Сентябрь	-	-	от 1,28 до 1,86
2013	Март-Октябрь	-	-	от 0,99 до 1,61
2014	Апрель-октябрь	-	-	от 1,53 до 1,73
2015	Май-Ноябрь	Август	AOT(440) < AOT(500)	от 1,34 до 1,71
2016	Март-Октябрь	Август, Сентябрь	AOT(340) < AOT(380)	от 1,18 до 1,63
2017	Февраль-Сентябрь	Февраль, Июль	AOT(380) < AOT(440)	от 1,21 до 1,37

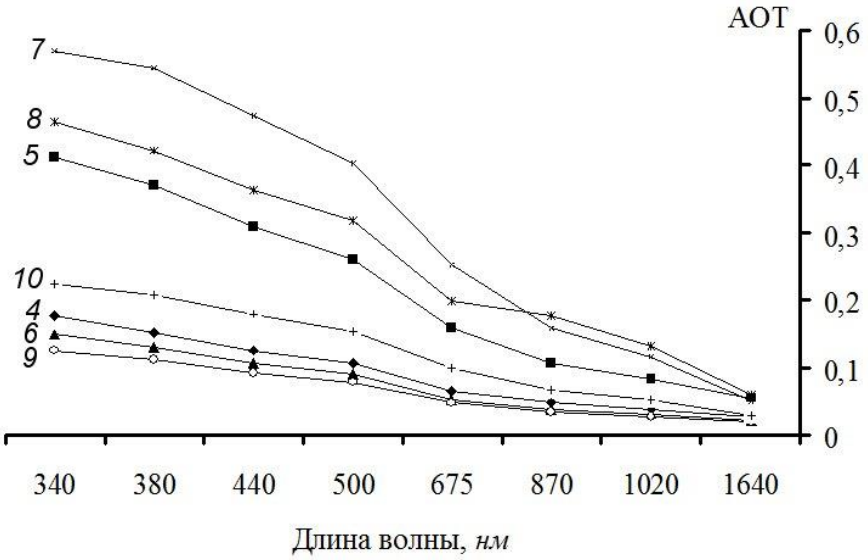


Рис. 2. Спектральное распределения АОТ за период апрель-октябрь 2014 г., где цифрами указаны номера месяцев.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации бюджетной темы II.16.1.7. 0375-2018-0004.

Выводы

В целом анализ основных оптических характеристик (АОТ и *A*), в основном, при отсутствии данных в конце и начале зимы за период 2004-2017 гг. не позволил выявить явные закономерные фазы аномалий спектрального распределения среднемесячных значений АОТ по сезонам года. Тем не менее, можно говорить о некой закономерности в начале – май, середине – июль-август и конце – сентябрь-октябрь пожароопасного сезона в Якутии [2], а также в начале (ноябрь) и конце (февраль) зимы.

Литература

[1] *Абдуллаев С.Ф., Махмудов А.Н., Маслов В.А., Назаров Б.И., Ходжахон М.И.* Сезонные изменения влагосодержания и параметра Ангстрема в Душанбе по данным АЭРОНЕТ. / Доклады Академии наук Республики Таджикистан. 2015. Т. 58. № 1. С. 49-56.

[2] *Васильев М.С., Каримов Р.Р.* Исследование возможных причин возникновения лесных пожаров в Якутии по данным дистанционных наблюдений. / В мире научных открытий. 2014. № 4 (52). С. 161-170.

[3] *Васильев М.С., Николашкин С.В.* Температурный эффект дымового аэрозоля в летний сезон над центральной частью Якутии за период 2004-2014 гг. / Оптика атмосферы и океана. 2015. Т. 28. № 12. С. 1106-1111.

[4] *Васильев М.С., Николашкин С.В.* Связь широтной динамики влагосодержания атмосферы с квазидвухлетними колебаниями зонального ветра в экваториальной стратосфере и солнечной активностью над северо-востоком Евразии за период 1979-2015 гг. / Оптика атмосферы и океана. 2017. Т. 30. № 5. С. 409-413.

[5] *Васильев М.С., Николашкин С.В., Бороев Р.Н.* Состояние прозрачности атмосферы над центральной частью Якутии по данным солнечного фотометра за период 2004-2014 гг. / Метеорология и гидрология. 2017. № 11. С. 14-20.
[6] *Васильев М.С.* Сравнительный анализ оптически активных компонент атмосферы по данным дистанционного зондирования над Центральной Якутией. / Вестник СВФУ. 2018. № 2 (64). С. 52-62.
[7] *Калинская Д.В.* Исследование особенностей оптических характеристик пылевого аэрозоля над Черным морем. / Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь: МГИ НАН Украины. 2012. Вып. 26(2). С. 151-162.
[8] *Чекман И.С., Сыровая О.О., Андреев С.В., Макаров В.А.* Аэрозоли – дисперсные системы. / Монография. – Х: Цифровая друкарня. 2013. № 1. 100 с.
[9] *Dubovik O., Smirnov A., Holben B.N., et al.* Accuracy assessments of aerosol optical properties retrieved from Aerosol Robotic Network (AERONET) Sun and sky-radiance measurements / J. Geophys. Res. 2000. V. 105(D8). № 4. P. 9791-9806.
[10] *Shaw G.E.* The Arctic Haze Phenomenon / Bull. Amer. Meteor. Soc. 1995. V. 76. P.2403-2414.

S u m m a r y. This paper presents the results of an analysis of the features of the spectral distribution of an aerosol optical depth (AOD) over the central part of Yakutia using monthly average data from a CIMEL CE-318 sun-sky photometer (AERONET). For the period 2004-2017 according to the basic optical characteristics (the Angstrom parameter (A) and AOD), some anomalies in the spectral distribution of monthly mean AOD values were revealed.

РАЙОНИРОВАНИЕ КРИТЕРИЯ УСТОЙЧИВОСТИ РЕШЕНИЙ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Е.В. Гайдукова
РГГМУ, г. Санкт-Петербург, oderiut@mail.ru

ZONING THE CRITERIA OF STABILITY OF SOLUTIONS OF THE HYDROLOGICAL MODEL

E.V. Gaidukova
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

Аннотация. Рассматривается распределение критерия устойчивости решений математической модели, используемой для долгосрочной оценки последствий изменения климата, по территории России для годового, максимального и минимального летне-осеннего речного стока. Выявлено, что существуют речные водосборы, на которых можно получить ненадежные результаты моделирования речного стока. Для преодоления неустойчивости решений можно привлечь подходы, разработанные в частично инфинитной гидрологии.
Ключевые слова: математическая модель, речной сток, вероятностные характеристики, прогноз, неустойчивость решений.

Введение

В настоящее время основным видом вероятностных распределений стоковых характеристик, используемых в инженерной гидрологии, являются кривые К. Пирсона III типа [6]. Статистические начальные моменты, характеризующие указанные распределения, определяются путем обработки фактических

рядов наблюдений. При моделировании будущего режима гидрологических объектов используется математическая модель, основанная на уравнении Фоккера–Планка–Колмогорова (ФПК) и оценивающая изменение начальных моментов при изменении климата. Необходимость для инженерной гидрологии такого варианта модели подтверждается действующим нормативным документом [6]. В нем отмечено, что наилучшей и общепризнанной аппроксимацией эмпирических распределений рядов всех видов многолетнего речного стока является решение уравнения Пирсона, а уравнение Пирсона является частным случаем уравнения ФПК для статистически стационарного режима.

Целью исследований является выявление речных бассейнов, на которых можно получить ненадежные результаты при математическом моделировании речного стока.

Метод исследования

В более общем (статистически нестационарном) случае уравнение ФПК аппроксимируется системой обыкновенных дифференциальных уравнений для начальных моментов *i*-го порядка m_i $(i = \overline{1,4})$:

$$dm_i / dt = f\{i[\bar{c} - (i/2)G_{\tilde{c}}]m_i, G_{\tilde{c}\tilde{N}}, \bar{N}, G_{\tilde{N}}\}, \qquad (1)$$

где $\bar{c}$ – параметр обратный коэффициенту стока и времени релаксации речного бассейна; $G_{\tilde{c}}$ – интенсивность внутреннего белого шума, характеризующая скорость изменения дисперсии параметра $\bar{c}$; $\bar{N}$ – норма осадков, связанная со временем релаксации речного бассейна; $G_{\tilde{N}}$ – интенсивность климатического белого шума, характеризующая скорость изменения дисперсии параметра $\bar{N}$; $G_{\tilde{c}\tilde{N}}$ – интенсивность взаимного белого шума, характеризующая корреляцию между $G_{\tilde{c}}$ и $G_{\tilde{N}}$. Подробную запись системы (1) можно найти, например, в [1, 2, 8]. Для целей данного исследования она не потребуется, так как неустойчивость решений определяется только величинами в квадратных скобках правой части (1).

Система (1) (или ее стационарный вариант при $dm_i / dt = 0$) является математической основой для решения прогностических задач, связанных с оценкой последствий изменений климата на гидрологический режим водных объектов. Однако многолетний опыт их решения показал, что в некоторых регионах полученные оценки моментов оказываются неустойчивыми. Выяснилось (см. [5]), что критерием устойчивости решений является соотношение $\beta = G_{\tilde{c}} / \bar{c}$, причем при $\beta > 0{,}67$ неустойчивым оказывается третий момент, а при $\beta > 1$ – второй. Для вычисления β была получена формула, которая следует из того факта, что автокорреляционная функция в виде экспоненты является частным решением уравнения ФПК для марковских случайных процессов

$$\beta = 2k \ln r + 2, \qquad (2)$$

где k – коэффициент стока; r – коэффициент автокорреляции в рядах многолетнего стока. Формула (2) позволила по стандартным наблюдениям на гидрометеорологической сети рассчитывать и картировать величину β.

Результаты исследования

Для вычисления критерия β были использованы гидрометеорологические данные из источника [7]. Полученная карта географического распределения численных значений β представлена на рисунке 1. Белым цветом отмечены регионы, данные по которым либо отсутствуют, либо по ряду причин не могут быть использованы для вычисления β. Всего было рассмотрено 520 речных бассейнов с площадью водосборов F, не выходящих за пределы зонального ($1500 < F > 50000$ км^2) режима формирования многолетнего годового стока.

Из рисунка 1 видно, что как в Евразии, так и в Северной Америке, при визуально оценке, половина территории, оказывается, в зоне неустойчивости по третьему и второму моментам. В Северной Америке регион неустойчивости по третьему и второму моментам расположен в диапазоне 30 - 60° с. ш. в районе Великих и Центральных равнин. В рассмотренных бассейнах Евразии регионы неустойчивости встречаются «пятнами». На территории России они характерны для степной зоны, а в Западной Европе – для юго-восточных регионов субтропического пояса Пиренейского полуострова. Тяготение подобных областей к степным зонам связано, по-видимому, с малыми значениями коэффициентов стока и большими их внутригодовыми вариациями за счет испарения.

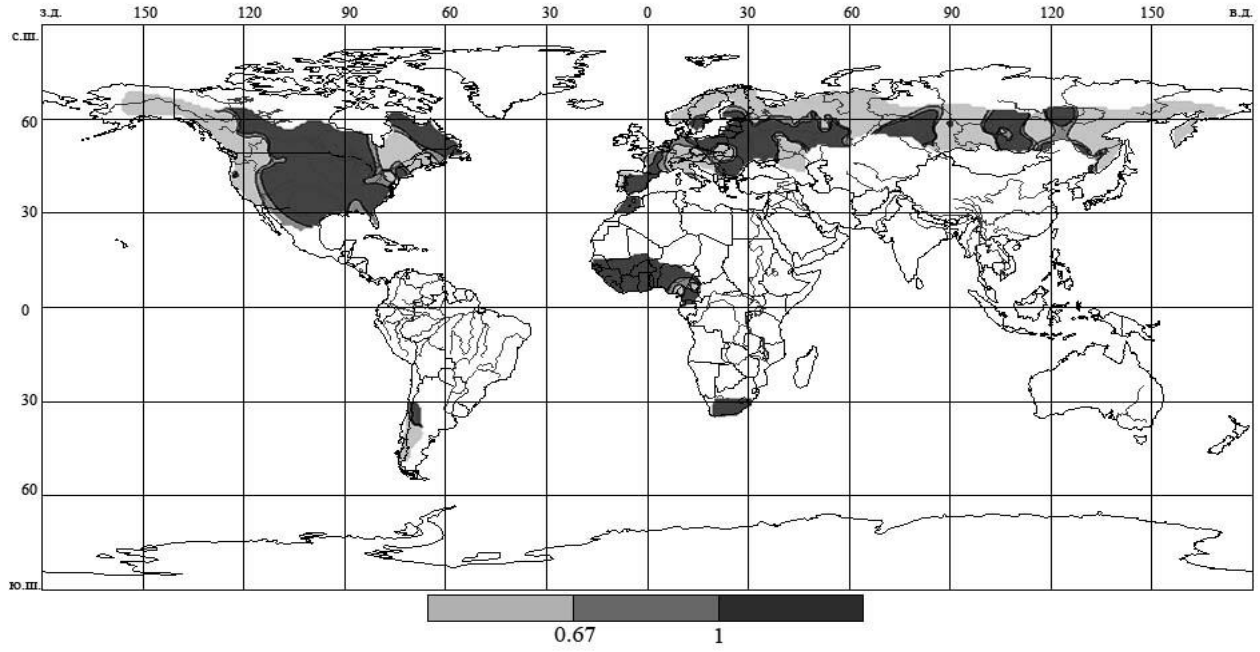
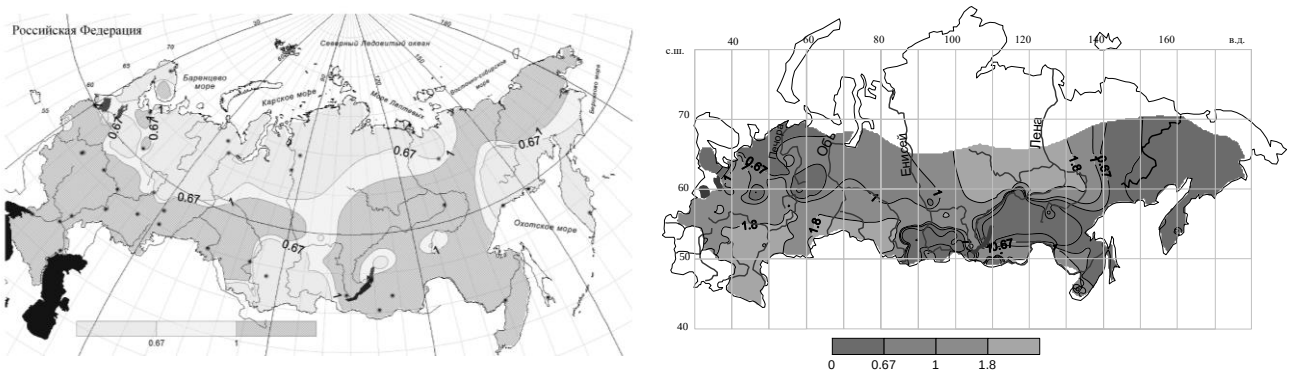


Рис. 1. Распределение критерия устойчивости β для годового стока.

На рисунке 2, показано распределение критерия β для максимального стока весеннего половодья и минимального летне-осеннего 30-суточного стока Российской Федерации.



а *б*

Рис. 2. Районирование зон неустойчивости максимального стока весеннего половодья (*а*) и минимального летне-осеннего стока (*б*) по территории РФ.

На рисунке 2 *а* видно, что неустойчивыми областями по второму начальному моменту являются, в основном, южные бассейны. Такая закономерность хорошо прослеживается на Европейской части России (ЕЧР). Хотя имеются локальные области в северной части ЕЧР: на Кольском полуострове и в бассейне р. Северная Двина. Для Западной Сибири картина распределения критерия устойчивости похожа на то, что происходит на ЕЧР. Из общей картины «выбивается» бассейн р. Енисей: бассейны верхнего течения устойчивы, бассейны среднего течения неустойчивы по второму моменту, а нижнее течение опять устойчиво. Бассейн р. Лена, в основном, весь неустойчив по второму моменту. В верхнем течении есть бассейны устойчивые по всем моментам. На Дальнем Востоке устойчивость меняется с юга на север в сторону увеличения критерия. По визуальной оценке, для всей территории России неустойчивыми по второму моменту являются примерно 55% речных бассейнов, устойчивыми по всем моментам – 40%.

Как видно из рисунка 2 *б*, более устойчивым, с точки зрения описания с помощью математической модели формирования минимального летне-осеннего стока, является Дальний Восток. В Восточной Сибири потеря устойчивости происходит в бассейне р. Лена, имеются локальные области, в которых критерий устойчивости приближается к двум. Неустойчивость решений модели для летне-осеннего минимального стока в Западной Сибири следует ожидать на юге. Подобное распределение критерия устойчивости можно скоррелировать с распространением коэффициента стока: на юге коэффициент стока уменьшается, а критерий неустойчивость возрастает. Для Европейской части России неустойчивыми являются также южные районы.

Выводы

Было получено распределение критерия устойчивости решений математической модели, используемой для долгосрочной оценки последствий изменения климата, по территории России для годового, максимального и минимального летне-осеннего речного стока. Выявлено, что существуют речные водосборы, на которых можно получить ненадежные результаты моделирования речного стока.

Для преодоления неустойчивости решений планируется привлечь подходы, разработанные в частично инфинитной гидрологии, а именно, либо переброска мультипликативных шумов в аддитивную составляющую прогностического уравнения, либо увеличение числа фазовых переменных, учитываемых в модели [3, 4].

Благодарности

Работа финансировалась грантом Министерства образования и науки РФ в рамках проекта № 5.6293.2017/8.9.

Литература

[1] *Гайдукова Е.В.* Устойчивость решения модели формирования многолетнего речного стока при изменении климата. / Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета, № 39, 2015. С. 9-16.

[2] *Гайдукова Е.В.* Фрактальная диагностика в моделировании гидрологических процессов. СПб.: изд-во Астерион, 2017, 98 с.

[3] *Коваленко В.В., Гайдукова Е.В., Соловьев Ф.Л., Чистяков Д.В.* Частично инфинитное расширение фазового пространства модели формирования многолетнего речного стока для статистически устойчивого прогнозирования катастроф. / Естественные и технические науки, № 2 (40), 2009, С. 200-208.

[4] *Коваленко В.В., Гайдукова Е.В., Чистяков Д.В., Хамлили А.* Прогностические модели развития процессов катастрофического формирования многолетнего годового речного стока. / Метеорология и гидрология, № 10, 2010, С. 64-69.

[5] *Коваленко В.В., Хаустов В.А.* Критерии устойчивого развития гидрологических процессов и картирование зон ожидаемых аномалий параметров годового стока рек СНГ при антропогенном изменении климата. / Метеорология и гидрология, № 12, 1998, С. 66-71.

[6] *СП 33-101-2003*. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. / Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, 2004, 74 с.

[7] *Earth System Research Laboratory* [Электронный ресурс] / NOAA. – Режим доступа: https://www.esrl.noaa.gov (дата обращения 12.09.2018).

[8] *Gaidukova E.V.* Physiografic conditions for the stable formation of the probabilistic long-term runoff regime. / Ciencia e Tecnica Vitivinicola, Т. 33, № 2, 2018, С. 212-218.

S u m m a r y. The distribution of the criterion for the sustainability of solutions of the mathematical model used for long-term assessment of the effects of climate change on the territory of Russia for the annual, maximum and minimum summer-autumn river flow is considered. Revealed that there are river catchments, where you can get unreliable simulation results of river flow. To overcome the instability of solutions, it is possible to involve approaches developed in partially infinite hydrology.

ДРЕВНИЕ «ГИДРОВУЛКАНЫ» И ПОЗИТИВНЫЙ ВАРИАНТ ИХ ВЛИЯНИЯ НА БИОСФЕРНЫЕ «АНОМАЛИИ»

В.А. Епифанов
АО «Росгеология», АО «СНИИГГиМС», г. Новосибирск, zem864@yandex.ru

ANCIENT «HYDROVULCANES» AND POSITIVE OPTION OF THEIR INFLUENCE ON BIOSPHERE «ANOMALIES»

V.A. Yepifanov
JSC «ROSGEOLOGIA», JSC «SNIIGGIMS», Novosibirsk

Аннотация. Рассмотрены парадоксальные особенности оазиса «Дьяковский лес», расположенного в Нижнем Заволжье на границе сухой степи и полупустыни. На основании изучения космоснимков и материалов по геологии района существование оазиса связывается с «гидровулканизмом». Выявлены признаки былой активности крупных «гидровулканов» Прикаспия в области выходов соляных диапиров на поверхность в районе озёр Эльтон и Баскунчак.
Ключевые слова: соляные диапиры, артезианские воды, «гидровулканы», потоки, оазисы.

Введение

На территории России известен целый ряд Памятников природы (ПП) представляющих собой интерзональные по отношению к современным климатическим поясам биосферные объекты, обычно относимые к «реликтовым».

Однако: «*Реликт – значит пережиток, сохранившийся с древних эпох. Но почему реликт-пережиток продолжает существовать уже многие тысячи лет, когда климат давно стал неподходящим для его сохранения? ... Геология района – визитная карточка любого участка земной коры. Здесь нужно искать причины возникновения растительного мира, не свойственного конкретной географической зоне... Нужно прислушаться к В.И. Вернадскому, первым обратившему внимание на то, что состав биосферы находится в теснейшей связи с геологией и составом пород. Безусловно, что биоценозы (растительные сообщества) отражают условия развития геологической среды*» [2, с. 88-89].

В контексте приведенного цитирования одним из перспективных типов геолого-гидрологических объектов активного влияния на биосферу являются практически не изученные древние «гидровулканы», в ряде случаев обусловленные развитием соляного диапиризма.

Объект и методы исследования

В левобережье Нижнего Поволжья на границе Саратовской и Волгоградской областей располагается Памятник природы «Дьяковский лес» (рис. 1).

После распада СССР на его территории стационарных научных исследований и природоведческих наблюдений не проводится, но лес привлекает внимание туристов и краеведов, выкладывающих множество разной информации в Интернете (http://wikimapia.org/6283326/ru, Letopisi.ru др.).

Уникальность Дьяковского леса заключается в его расположении на границе северной полупустыни и сухой степи. В лесу произрастает более 20 видов деревьев (сосна – в посадках) и кустарников, обитает более десятка видов животных, в том числе косули, олени, и установлено около 165 видов птиц.

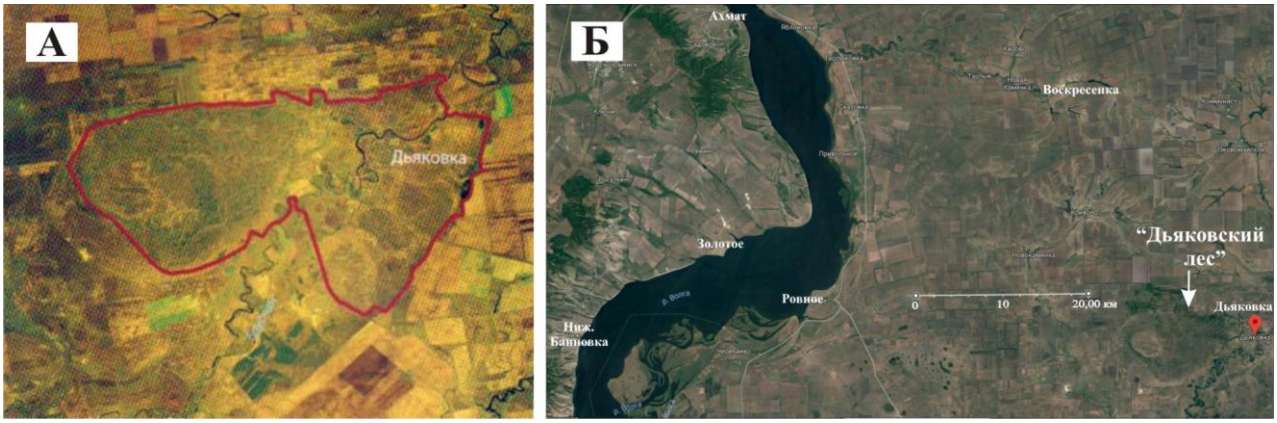


Рис. 1. Памятник природы оазис «Дьяковский лес» (А) и его местоположение на космическом снимке Google (Б). Назван по с. Дьяковка (50.723941, 46.630452) Краснокутского района Саратовской области. Площадь – 17050,4 га.

Располагается ПП на междуречной (рр. Еруслан, Бизюк, Соленая Куба) песчаной равнине с естественной лесной, луговой, лугово-степной, псаммофитно-степной растительностью, а также на надпойменных и пойменных террасах р. Еруслан. Абсолютные высоты песчаного массива являющегося субстратом для растительности составляют 50-80 м. При описаниях рельефа обычно отмечаются гряды дюн высотой от 2 до 5 м, в низинах между которыми распространена древесно-кустарниковая растительность.

Распространено мнение, что этот уникальный лес был образован в послеледниковое теплое влажное время на песках хазарского возраста, которые в результате неотектонических поднятий подвергались эоловому переотложению, и частично закрепились древесной и травянистой растительностью. И практически всегда указывается, что объект является реликтом, представляющим собой остатки лесов, прежде широко распространённых в регионе.

Однако, чтобы «остатки лесов» сохранились, здесь должны существовать некие особые условия, благоприятные для биосферы и отличающие ПП от окружающих его территорий, где леса к настоящему времени уже погибли.

И действительно, помимо факта существования самого оазиса, это место обладает тремя существенными отличиями.

Одна особенность ПП заключается в том, что когда над окрестной сухой степью все же идут дожди, то над лесом их обычно не наблюдается. Вторая особенность связана с практически полным отсутствием в лесу разгрузки грунтовых вод – известно лишь два родника в пойме р. Еруслана. То есть на территории ПП отсутствуют протяженные водоупоры и вблизи дневной поверхности не имеется водоносных горизонтов, что характерно для крупных песчаных массивов. Именно к такому природному образованию и приурочен «Дьяковский лес» – и это третье очевидное отличие от окружающих территорий.

Как видно, все эти отличительные особенности следует отнести к *неблагоприятным,* но оазис существует доныне и жизнь в нем вполне разнообразна!

Итак, *существует «дьяковский парадокс»* – в сухой степи-полупустыне на обширном песчаном массиве растет лес, в котором видимая подпитка родниками отсутствует, а дождей над ним выпадает даже меньше чем в округе!!

Попытка объяснить «сухость над лесом» восходящими горячими потоками воздуха от нагревающихся песков не состоятельна, поскольку на покрытых

лесом территориях грунты и воздух всегда прохладнее, чем в окружающей степи и полупустыне. Но этот факт, все же, должен иметь какое-то объяснение.

Решение «дьяковского парадокса» может быть найдено при анализе материалов космических съемок и особенностей геологического строения района. И уже на первых этапах их изучения устанавливается, что ПП располагается в пределах специфической ландшафтно-геоморфологической аномалии (рис. 1Б), а на востоке с. Дьяковка к дневной поверхности подходит соляной диапир.

Обсуждение результатов

На космоснимке отчетливо виден неравномерный характер распространения «гряд-дюн» (обозначены штрихами), фронтальные части которых ориентированы в разных восточных и юго-восточных румбах, окаймляющих в виде «полукольца» некую овальную структуру диаметром около 8 км (рис. 2 А).

Ландшафтные формы с таким типом ориентировки гряд при ветровых процессах не образуются, но они могут формироваться при излиянии водных потоков из единого центра (например, «грязевых вулканов), и образование особенностей микрорельефа этого локального объекта следует объяснять неким флювиальным процессом, а «гряды-дюны» рассматривать как рябь водно-породного потока (рис. 2 Б).

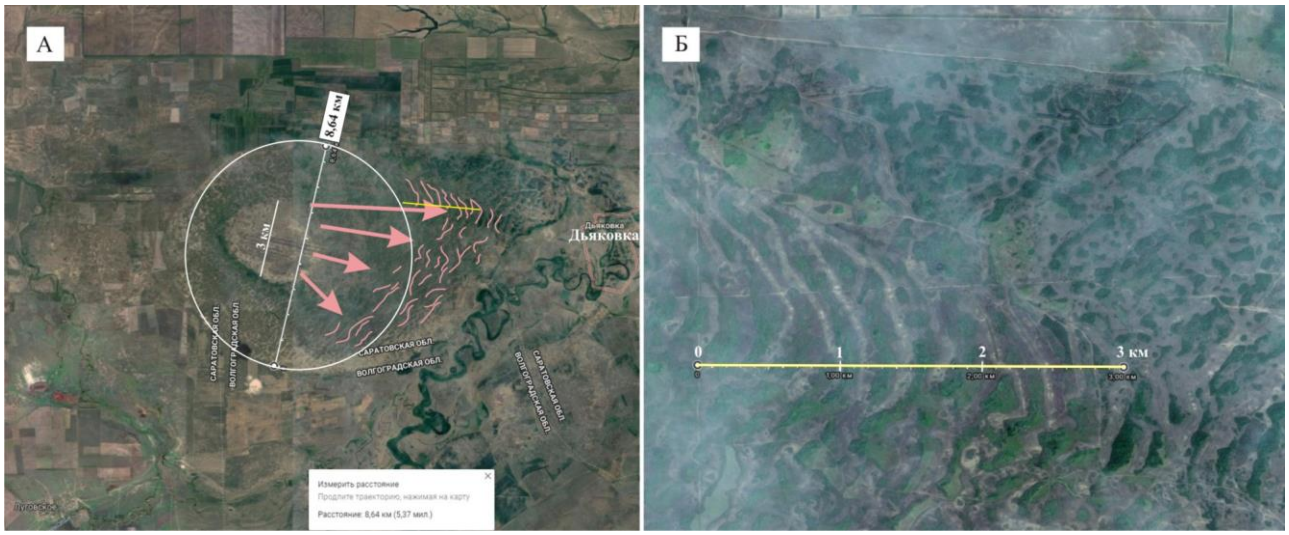


Рис. 2. Космоснимок Google «аномальной» структуры в западной части ПП «Дьяковский лес» с направлениями «усредненных перпендикуляров» песчаных гряд-дюн (А) и увеличенный фрагмент потока северо-восточной части аномалии (Б).

«В истории Земли было много таких явлений, которых сейчас нет, явлений грандиозных и совершенно необычных» Д.В. Наливкин

Напорное извержение из земных недр гигантских объемов артезианских вод, несущих большие массы песчано-породной смеси, впервые было описано под термином «гидровулканизм» уже более 50 лет назад [5]. Такие процессы неоднократно активизировались в неотектонический этап и влияли не только на трансгрессии Каспийского моря, но и на глобальные изменения ландшафтов, порой катастрофические для целых регионов [1, 4-7]. В популярном виде это природное явление было охарактеризовано в журнальных публикациях [1, 5].

Большой научный, природоведческий и практический интерес представляет уже сама проблема обнаружения древних «гидровулканов». Однако не менее важно выявить причину их образования и особенности функционирования в активные-пассивные стадии существования. При решении этих вопросов «парадоксальный и загадочный Дьяковский лес» играет весьма позитивную роль.

В пределах территории Памятника природы в южной части с. Дьяковка к земной поверхности максимально приближено ядро раннепермского соляного диапира (рис. 3). Задранные диапиром кверху и пересеченные разломами перекрывающие юрско-меловые терригенно-карбонатные и палеогеновые существенно алеврито-песчаные отложения содержат многочисленные водоносные горизонты. Направленные кверху, эти горизонты по существу являются многочисленными компактно расположенными путями дренирования древних толщ.

И они же являлись поставщиком материала для образования алевропсаммитовой пульпы. Устремляясь к областям разгрузки, напорные артезианские воды, выходили на дневную поверхность и выносили массу захваченного ими породного материала, выпадающего в осадок по мере спада силы потока.

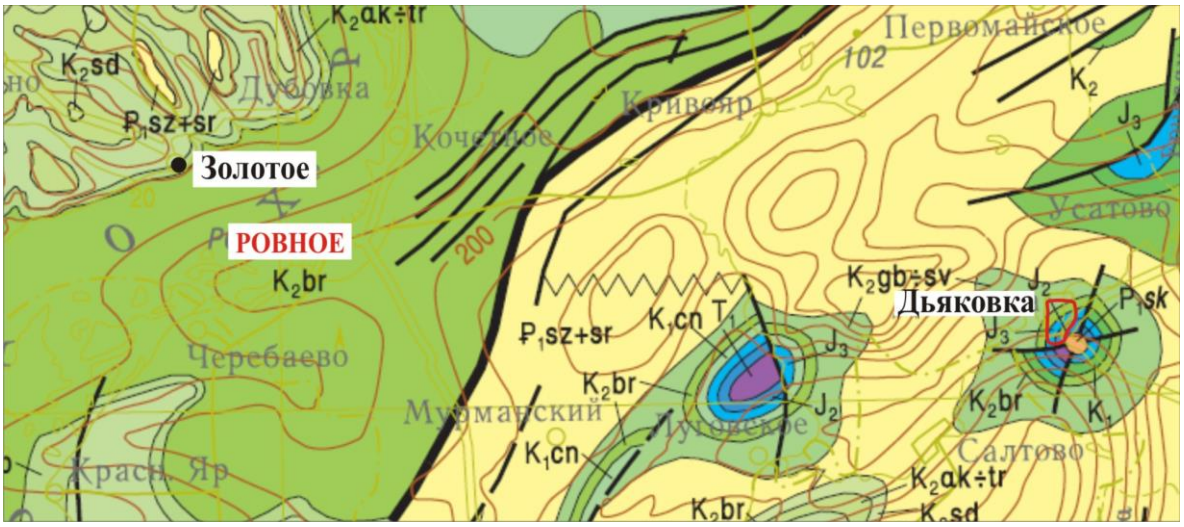


Рис. 3. Фрагмент геологической карты (м-б 1:1000000, увеличено в 1,5 раза) на котором видна концентрическая структура приподнятых мезозойских толщ.

Итак, на космоснимках видно, что «Дьяковский лес» тяготеет к овальной структуре с выраженными потоками ряби и наследует практически весь контур ландшафтной аномалии, соответствующей местоположению зон влияния древнего «гидровулкана». Образование этой структуры было предопределено процессами диапиризма и связано оно с «извержениями гидровулкана», сформировавшегося в результате продвижения соляного диапира к земной поверхности.

Активность «Дьяковского гидровулкана» в неотектонический этап неоднократно возобновлялась, о чем свидетельствуют горизонты погребенных почв, вскрытые шурфами на грядах-дюнах в северо-восточной части ландшафтно-геоморфологической аномалии (рис. 4).

Также очевидно, что катастрофически быстрые выбросы-излияния и импульсное накопление перемешанного песчано-алевритового материала, никак

не могли способствовать гранулометрической и литологической стратификации отложений и формированию протяженных водоупорных горизонтов.

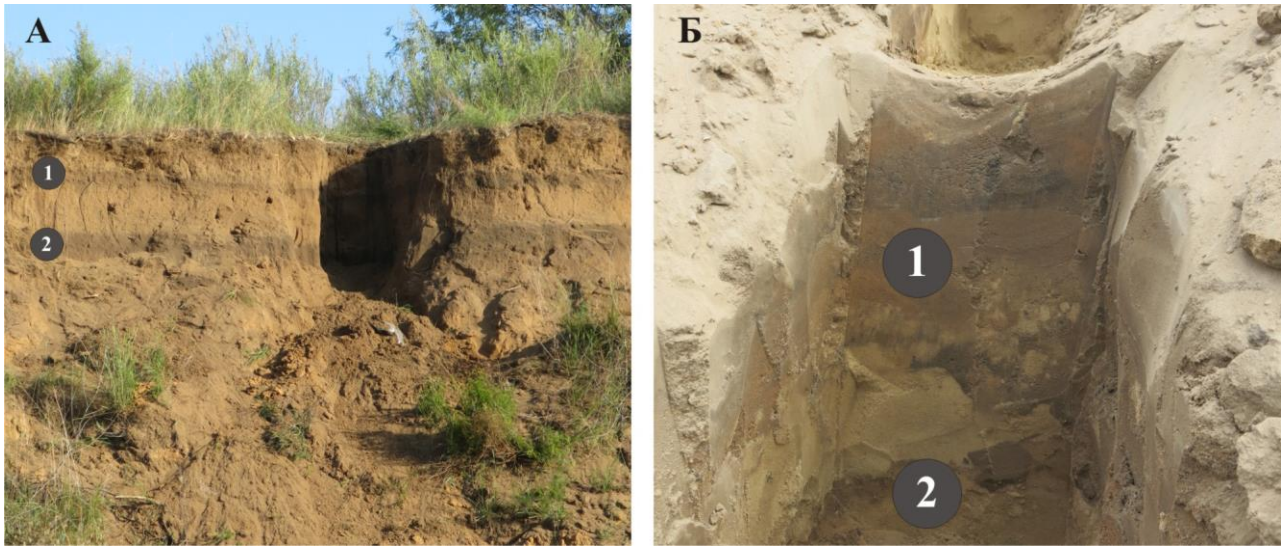


Рис. 4. Погребенные почвы в составе слагающих гряды-дюны отложений. Расстояния между горизонтами почв составляют от 40 до 60 см. Фото автора.

Это привело к отсутствию приповерхностных «водоносов» и родников. Вместе с тем, эти отложения в изобилии должны содержать поровые воды.

Учитывая, что весь регион относится к нефтегазоносной провинции, и всего лишь в 40-60 км от с. Дьяковка располагаются газоконденсатные и нефтяные месторождения, то очевидно, что в составе элизионных вод мог присутствовать и растворенный газ – метан (CH_4). При этом явный признак былой дегазации – мелкооспенный микрорельеф, вполне отчетливо проявлен вдоль западной и юго-западной периферии аномальной структуры ПП (рис. 5).

Аналогичный микрорельеф образуется при дегазации CH_4 на шельфе Северного Ледовитого океана (покмарки), в озерах Арктики, отмечается при распаде газогидратов на дне внутренних морей России [3, 4].

В настоящее время считается общепризнанным, что CH_4 окисляется бактериями–метанотрофами до H_2O и CO_2. Следовательно, вовлечение метана в биологический круговорот представляет собой дополнительный источник энергии, углекислого газа и воды – условий необходимых для развития фитосферы.

Такая вода, в силу бактериального способа образования, должна быть поровой, и в отличие от «воды свободной», не способна формировать самостоятельные водоносные горизонты, но она образует водорастворимые соли, охотно дающие необходимую влагу корням растений.

Исключительно благоприятная роль CO_2 в корневом питании растений была выявлена в геоэкологических экспедициях и агрономических экспериментах. «Корень – это жизнь, это поставщик питания, без которого растение существовать не может. “Зри в корень” – говорил Козьма Прутков» [2, с. 61].

Таким образом, наличие в прикорневом пространстве продуктов окисления метана способно интенсивно обеспечивать развитие растительного покрова и, как следствие, поддерживать существование интерзональных биоценозов.

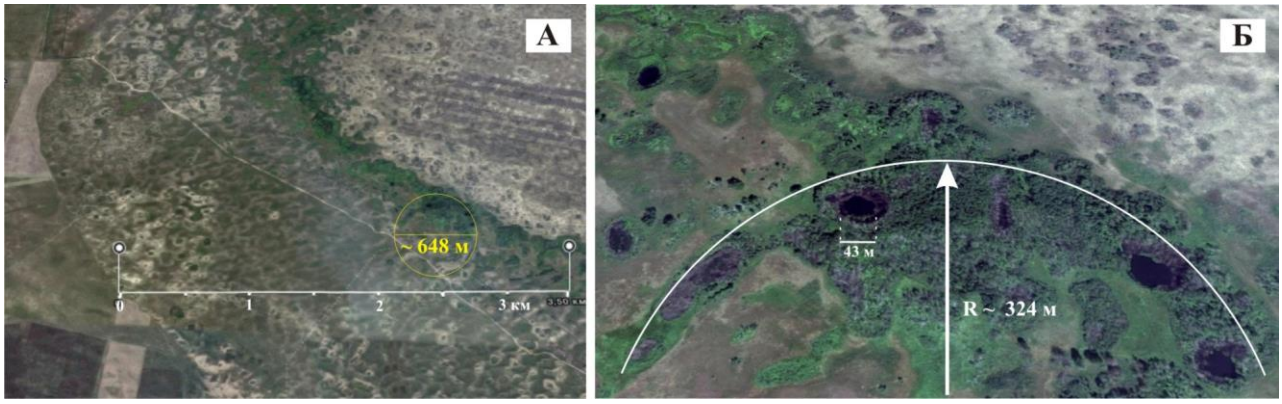


Рис. 5. Крайняя юго-западная часть ПП с «мелкоостинным» ландшафтом и зональным развитием растительности (фрагмент космоснимка Google). На пологом склоне повсеместно распространены округлые впадинки со светлыми валиками вокруг них (А), а в кустарниковой зоне во впадинках еще сохраняются округлые озёрца диаметром до 43 м, описывающие дугу кольцевой структуры диаметром 648 м (Б).

Возможно, именно этим обусловлен феномен Дьяковского леса, растущего вопреки «климатической зональности» и неблагоприятным «парадоксам».

Парадокс «сухости над Дьяковским лесом», вероятно, связан с электролитическими свойствами контактирующих между собой пресных и соленых вод. Омывающие соляной диапир водные растворы могут давать заряд того же знака, какой имеют и атмосферные заряды, и в этом случае дождевая облачность будет обходить стороной одноименно заряженную территорию.

Итак, приведенные материалы свидетельствуют о том, что с процессами соляного диапиризма может быть связано формирование гидрологических (геологических, ландшафтных) структур, известных как «гидровулканы».

Чтобы заменить слово «может» на «должно», *и тем самым выявить один из типов «гидровулканизма»*, необходимо в зоне влияния других известных соляных диапиров обнаружить признаки водно-породных излияний, подобных выявленным на территории Памятника природы «Дьяковский лес». И они есть!

В 170 км южнее описанного ПП располагается крупнейшее соленосное озеро Эльтон. Его образование связано с диапиризмом пермских солей, выходящих на дневную поверхность. Аналогичное происхождение имеет и соленосное озеро Баскунчак, расположенное в 100 км еще южнее.

Как видно на космоснимке Google (рис. 6 А), восточнее этих озер находится гигантский (протяженностью более 120 км) массив рыхлых отложений со следами гигантской ряби. На рисунке 6 заметно, что южная часть массива существенно смещена к востоку, а на западной периферии его северной части располагается «подпирающее» массив крупное вытянутое озеро. При этом шаг гигантской ряби с севера на юг увеличивается от 8,6 до 13,5 км (рис. 6 Б).

В относительно недалеком прошлом здесь происходили субсинхронные извержения нескольких расположенных в окрестностях озер гигантских «гидровулканов». Извергаемые ими потоки были ориентированы в восточном и юго-восточном направлениях и, сливаясь между собой, подпирали друг друга, способствуя осаждению переносимого потоком породного материала и формированию намывного массива. В результате такого взаимодействия в северной

части массива гряды ряби с запада замкнулись перемычками и в зоне «подбоя эльтонского потока» образовалась протяженная депрессия. А южная его часть под силой напора «баскунчакского потока» оказалось смещенной к востоку.

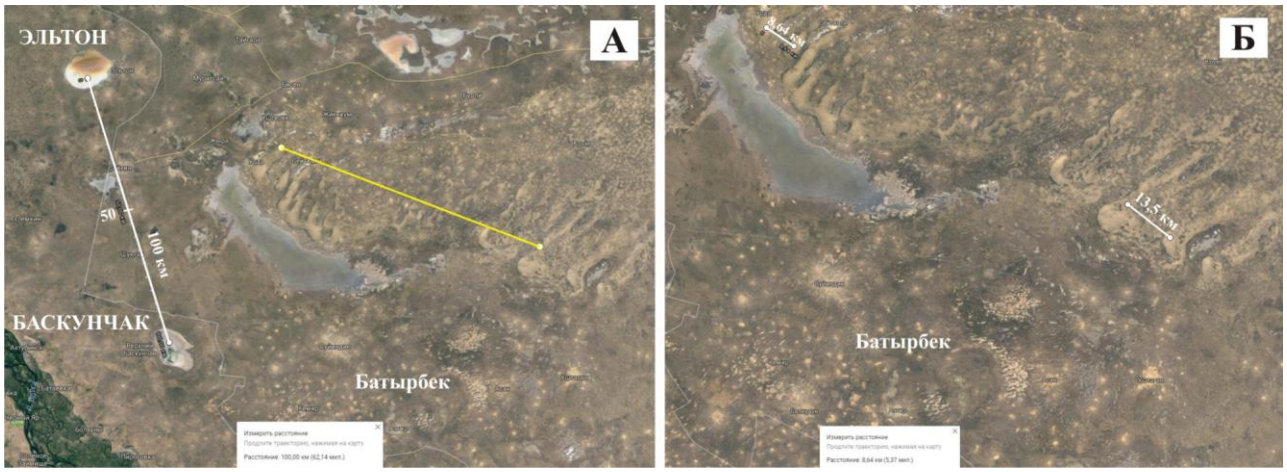


Рис. 6. Глобальная ландшафтная ситуация в районе соленосных озер Эльтон и Баскунчак (А) и массив молодых рыхлых отложений со следами гигантской ряби (Б).

Очевидно, что «эльтонский поток» был мощнее, так как именно он сформировал основной вид и структуру гигантской ряби. Но была велика и сила «баскунчакской струи», эродировавшей земную поверхность при слиянии с эльтонской, и сместившей основной поток на десятки километров восточнее.

Отметим, что в районе озера Баскунчак имеются и другие внешние признаки существования здесь древнего «гидровулкана» (рис. 7).

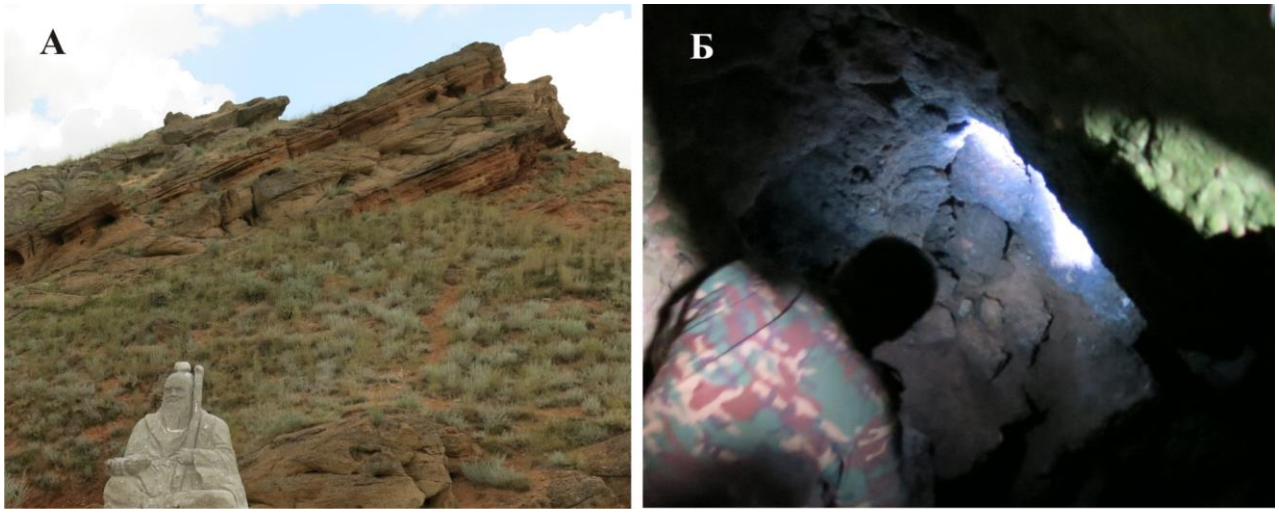


Рис. 7. Окрестности озера Баскунчак. Задранное залегание пород триаса на горе Богдо (А) и вход в промытую в сульфатных толщах систему пещер (Б). Фото автора.

Итак, «… *гидровулканизм как особый вид разгрузки напорных вод, вызывающий преобразование рельефа и накопление специфических осадков, вряд ли редчайшее, уникальное явление. По-видимому, следы его можно обнаружить в различных районах… Можно предполагать, что гидровулканы периодически проявляют активность вслед за динамикой подземных вод*» [1, с. 94].

Первоначально описанные в Средней Азии, признаки былого проявления «гидровулканизма» были отмечены в Дагестане, Крыму, Львовской и Горьковской областях [5]. Они могут быть выявлены и в Восточной Сибири.

Главные выводы

1. Существование интразональных биосферных оазисов может найти объяснения при анализе особенностей геологического строения территории их местонахождения, на что ранее указывали крупнейшие ученые России.

2. Биосферный ПП «Дьяковский лес» приурочен к месту расположения «гидровулкана» в прошлом неоднократно активизировавшегося, но в настоящее время вяло дегазирующего, с чем, возможно, и связано существование оазиса.

3. Образование «гидровулкана» связано с движением артезианских вод в моменты напорного состояния в неотектонический этап и формированием их дренажных путей в результате внедрения диапира пермских соленосных толщ.

4. Выявлен связанный с соляным диапиризмом тип «гидровулканов», и имеются признаки существования в Прикаспии его генетических аналогов.

5. Проблема «гидровулканов» перспективна для изучения специалистами.

Литература

[1] *Баландин Р.К.* Гидровулканы. / Земля и Вселенная, 2009, № 6, С. 90-96.
[2] *Бгатов В.И.* Подходы к экогеологии (Жизнь и геологическая среда). Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1993, 222 с.
[3] *Богоявленский В.И., Сизов О.С., Богоявленский И.В. и др*. Дистанционное выявление участков поверхностных газопроявлений и газовых выбросов в Арктике: полуостров Ямал. / Арктика: экология и экономика, 2016, № 3, С. 4-15.
[4] *Епифанов В.А.* Взрывные воронки-колодцы и актуальность изучения роли дегазации недр в климатических событиях и ландшафтных преобразованиях четвертичного периода. / Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода, 2018, № 76, С. 5-40.
[5] *Иванчук П.П.* Гидровулканизм. / Природа, 1967, № 7, С. 49-57.
[6] *Иванчук П.П.* Гидровулканизм в осадочном чехле земной коры. М.: Недра, 1994, 158 с.
[7] *Лаврушин Ю.А., Спиридонова Е.А., Тудрин А. и др*. Каспий: гидрологические события позднего Квартера. / Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода, 2014, № 73, С. 19-51.

S u m m a r y. The paradoxical features of the Dyakovsky Forest oasis located in the Lower Volga region on the border of the dry steppe and semi-desert are considered. Based on a study of satellite images and materials on the geology of the area, the existence of an oasis is associated with «hydrovolcanism». The signs of the former activity of large «hydrovolcanoes» of the Caspian region in the area of outcrops of salt diapirs to the surface in the area of the lakes Elton and Baskunchak are revealed.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕК СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

С.М. Зиборова, И.М. Греков
РГПУ им. А. И. Герцена, г. Санкт-Петербург, ZiborovaSvetlanaMix@yandex.ru

APPLICATION OF GIS FOR VISUALIZATION OF MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF THE RIVERS OF THE NORTHERN CAUCASUS

S.M. Ziborova, I.M. Grekov
Herzen State Pedagogical University, St. Petersburg

Аннотация. Работа посвящена сравнительному анализу морфометрических характеристик рек Северного Кавказа. Метод построения диаграмм в программе ArcGis Онлайн позволяет легко ориентироваться в основных показателях и делать выводы о разнице морфометрии и гидрологии рек региона.
Ключевые слова: ГИС, морфометрические характеристики, гидрология суши, реки Северного Кавказа

Введение

Умение использовать геоинформационные системы является необходимым навыком, которым должен обладать современный студент факультета Географии. В процессе использования ГИС обнаруживается ряд преимуществ таких как: карты, созданные в ГИС, являются динамическим и постоянно обновляющимися, возможен автоматизированный просчет математических данных и изменение проекций карт, быстрота выполнения работы, более полная визуализация полученных данных. Таким образом, использование ГИС позволяет сэкономить время и получить наглядные представления математических данных, о чём и свидетельствует проделанная работа.

Регион исследований, объекты и методы

Тематикой для создания карт послужила работа «Гидрология рек России». Для изучения были выбраны реки Крымско-Кавказской страны влажно-субтропических лесных высокогорных ландшафтов [4]. В сравнительном анализе участвовали как реки Азово-Кубанской равнины, характеризующиеся лучшей разработанностью долины с ярко выраженной поймой (Белая, Лаба), так и водотоки Черноморского побережья которые по своему облику ближе к горному типу рек (Сочи, Мзымта, Хоста, Туапсе, Шахе, Пшада) [1]. Выбранные реки сравнивались по следующим показателям: Длина реки, Площадь водосборного бассейна, Расход воды, Объём стока, Модуль стока, Коэффициент стока и Слой стока. Формулы, по которым производились расчеты, были взяты из практикума по лабораторным и самостоятельным работам [2]. Основные морфометрические характеристики были загружены в программу ArcGisOnline и визуализированы (рис. 1-7).



Рис. 1. Исследуемые реки



Рис. 2. Расход воды



Рис. 3. Коэффициент стока

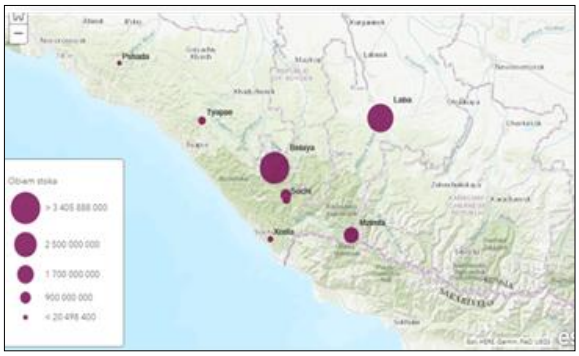


Рис. 4. Объём стока

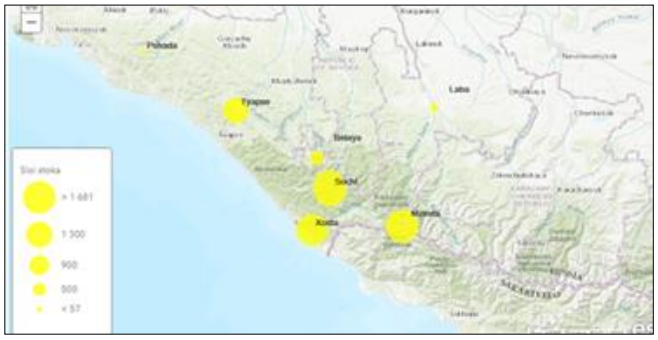


Рис. 5. Слой стока

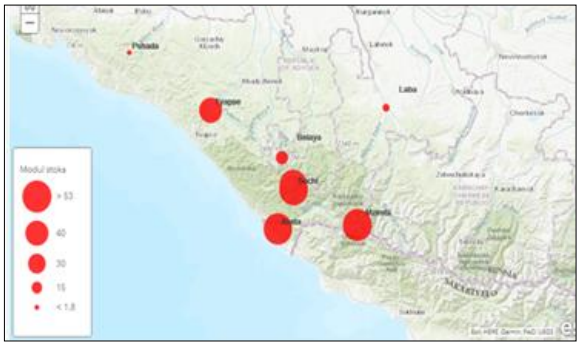


Рис. 6. Модуль стока



Рис. 7. Площадь водосборного бассейна

Выводы

На основе полученных изображений можно сделать следующие выводы:

1. Наибольший объём воды, проходящий через поперечное сечение реки за единицу времени наблюдается у тех рек, площадь водосбора которых наибольшая. Так река Белая с площадью водосбора 5990км^2 имеет самый большой расход воды равный 108м^3/с. В то время как река Хоста с площадью водосборного бассейна 96,2 имеет саамы маленький расход воды-5м^3/с.
2. Интересно, что коэффициент стока наиболее крупных рек меньше, чем у рек наименьших размеров. Это объясняется районом, в котором протекает река. Так как слой стока зависит от количества поступающей влаги из атмосферы. Так среднегодовое количество осадков, поступающих в реку Белая равняется примерно 789мм (в районе Белореченска), а, например, для реки Сочи эта цифра составляет 1703 мм.
3. Объём стока находится в прямой зависимости от расхода воды в реке. Чем больше расход, тем выше объём стока.
4. Модуль стока зависит от площади водосбора, реки с наибольшей площадью водосбора имеют наименьший модуль стока. Ярким примером является река Лаба площадь водосбора, которой 12500 км^2. Однако, ее модуль стока намного меньше (7,2м^3/с), чем, например, у реки Хоста (51,98м^3/с), площадь водосборного бассейна которой 96,2 км^2.

Таким образом, визуальная информация легче поддается анализу, нежели статистические данные, занесенные в таблицу. Интерпретированные табличные значения наносятся на карту, которая отражает их в реальном времени и в реальном месте. Это позволяет увидеть взаимосвязь характеристик объектов.

Литература

[1] *Борисов В.И.* Реки Кубани. – Краснодар., Кубанское книжное издательство (издатель И.А. Богров), 2005. – 120 с.

[2] *Нестерова Л.А., Греков И.М.* Физическая география России. Общая часть: практикум по лабораторным и самостоятельным работам. Практикум по лабораторным и самостоятельным работам. / СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2018. – 55 с.

[3] Научно-популярная энциклопедия «Вода России» Водные объекты, [Электронный ресурс]. http://water-rf.ru/Народная_Энциклопедия/Водные_объекты (дата обращения 26.02.2019)

[4] Национальный атлас России: в четырех томах: Т. 2: Природа. Экология. - Москва, 2007.

S u m m a r y. The work is devoted to a comparative analysis of the morphometric characteristics of the rivers of the North Caucasus. The method of constructing diagrams in the ArcGisOnline program allows you to easily navigate in the main indicators and draw conclusions about the difference in morphometry and hydrology of the rivers of a region.

ТЕНДЕНЦИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В ЕВРОПЕСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ ПО 40° ВОСТОЧНОЙ ДОЛГОТЫ

Э.П. Квачантирадзе*, С.И. Терехова**
*ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, *eteri.kv@yandex.ru, **terekhova.svetlana95@mail.ru*

CLIMATE CHANGE IN EUROPEAN PART OF RUSSIA UNDER 40° EASTERN LIABILITIES

E.P. Kvachantiradze, S.I. Terekhova
FGBOU VO RGAU-MSHA named after K.A. Timiryazeva

Аннотация. Исследования проводились по архивным данным гидрометеостанций, расположенных на восточной долготе 40^0, но разных широтах, что позволило охарактеризовать климатические изменения России от севера до юга. Период исследования с 1883 по 2015. Исследования проводились с целью создания банка данных климатических изменений для ориентации выбора эффективного направления по возделыванию сельскохозяйственных культур и восстановлению лесных фитоценозов с учетом территориальных различий.
Ключевые слова: потепление климата, г .Архангельск, г. Владимир, г. Ростов-на-Дону.

Введение

В настоящее время большое число научных работ посвящено вопросам потенциальной экологической опасности, вызванной тепловым перегревом планеты, быстротечности перехода потенциальных проблем в актуальные. К потенциальной опасности относят риски исчерпания традиционного разнообразия растительного и животного мира, уменьшение биологической продуктивности ландшафтов, изменение структуры земельных ресурсов вплоть до формирования пустынь и т.д. Знать тенденцию развития потенциальной опасности необходимо, т.к. по мере её роста возрастает масштабность негативных последствий. Кроме того, своевременно и грамотно проведенные мероприятия, а так же переориентация ведения хозяйства даёт желаемый результат. Цель настоящей работы изучить тенденцию изменения климата в Европейской части России по восточной долготе 39°82’ - 40°3’ с целью создания банка данных климатических изменений для ориентации выбора эффективного направления по возделыванию сельскохозяйственных культур и восстановлению лесных фитоценозов с учетом территориальных различий.

Объекты и методы

Исследования проводились по архивным гидрометеорологическим данным метеостанций, расположенных на одной долготе, но разных широтах: Архангельск (№ 22550, 64°50’с.ш. 40°73’в.д.), Владимир (№ 27532, 56°10’с.ш. 40°35’в.д.), Ростов-на-Дону (№34730, 47°27’с.ш. 39°82’в.д.) [5, 6, 7]. Таким образом, исследуемый материал дал возможность охарактеризовать климатические изменения Европейской части России от севера до юга. Период исследования с 1883 по 2015 год.

Были собраны и обработаны среднемесячные метеорологические данные по температуре и влажности воздуха, осадкам. Произведён теоретический расчёт запаса воды в почвах [1, 2]. Для уточнения картины климатических изменений на 40,3° восточной долготы, рассмотрены и сезонные изменения по каждо-

му пункту исследований. Все расчёты и построение графиков с использованием линейного тренда были произведены в программе Microsoft Excel. Установлены уравнения трендовой зависимости, характер и дельта изменений по каждому изучаемому параметру.

Обсуждение результатов

Лимитирующими климатическими факторами, формирующими распространение видового разнообразия растений и прирост биомассы, являются влагосодержание почвы и температура приземного слоя атмосферы. Хорошо известно:

1) солнечная коротковолновая радиация не греет приземный слой воздуха. Коротковолновая радиация поглощается почвой, а неиспользованная коротковолновая радиация преобразуется в длинноволновую радиацию и выделяется в атмосферу;

2) теплоемкость почв увеличивается с увеличением влажности, а следовательно, необходимо больше солнечной энергии для её разогрева. Энтальпия (теплосодержание или энергосодержание) укажет меру накопления энергии, а кинетической часть этой энергии сформирует температуру;

3) увеличение температуры почвы возможно при условии, когда весь объём прогреваемой почвы получит необходимое количество энергии. Например, при 0ºС мерзлая почва будет показывать ноль градусов, пока не будет получено нужное количество энергии для перехода всей воды в жидкое состояние. Соответственно, с уменьшением влагообеспеченности почв, уменьшается трата энергии на разогрев почвы и большая часть энергии в виде тепловой энергии поступает в приземный слой атмосферы. В работах [3, 4] подробно рассмотрен термодинамический подход к оценке основных климатических факторов;

4) в атмосферу из почвы поступает основная часть солнечной энергии, преобразованная в тепловую. Согласно закону Стефана-Больцмана (который справедлив не только для абсолютно черного тела, но и применяется к реальным телам, в том числе, при характеристике земного излучения) удельная мощность излучения с поверхности излучения пропорциональна T^4.

Из этого следует, что при повышении температуры почвы, излучение энергии почвой не просто возрастает, оно возрастает в значительной степени. Например, при увеличении температуры излучаемого тела вдвое – излучение возрастает в 16 раз. Увеличение энергии атмосферы способствует не только повышению температур воздуха, но и увеличению испаряемости с поверхности почв.

Архангельск. Проанализируем динамику трендовых климатических изменений, полученных на основе обработки материалов метеостанции г. Архангельск (период 1936-2015 гг.), табл.1. Повышение среднегодовой температуры на 0,74°С, соответствует среднегодовой скорости изменения температуры за период исследований 79 лет (0,0094ºС). Повышение среднегодовой температуры обеспечивается повышением температур в зимние месяцы (0,65°С) и, в большей мере, весенним периодом времени года (2,52°С). С увеличением тем-

пературы незначительно снижаются влагообеспеченность почвы и относительная влажность воздуха, все это на фоне увеличения осадков.

Таблица 1

Динамика изменений основных климатических параметров г. Ахангельск.

Климатические факторы	**Средне-годовые**	**Календарные времена года**			
		Период 1936-2015 гг.			
		зима	весна	лето	осень
$T_1, °C$	0,89	-11,5977	-1,2407	14,3582	2,0414
$T_2, °C$	1,58	-10,9420	1,2794	14,0580	1,9387
$\Delta T, °C$	0,74	0,6557	2,5201	-0,3002	0,1027
		Период 1936-2015 гг.			
P_1, мм	41,28	28,6596	28,3264	54,9808	53,1866
P_2,мм	52,73	40,7940	37,9960	71,1600	60,9760
ΔP ,мм	11,44	12,1314	9,6696	16,1792	7,7894
		Период 1952-2015 гг.			
W_1, %	81,69	86,9930	76,7096	75,5457	87,5480
W_2, %	81,25	87,9356	73,2128	74,4731	89,4080
ΔW , %	-0,44	0,9424	-3,4968	-1,0726	1,8600
	весна-осень	**Период 1952-2015 гг.**			
$W_{почва1}$, %	79,85	-	76,4937	75,5902	87,4740
$W_{почва2}$, %	79,03	-	73,2511	74,4246	89,4212
, %	-0,82	-	-3,2426	-1,1656	1,9470

В таблице: Т – температура воздуха.^{0}С; Р – осадки,мм; W – относительная влажность воздуха,%; $W_{почва}$ – влагосодержание почвы, %; $_1$ – рассчитанные значения по уравнению тренда за первый год исследований; $_2$ – рассчитанные значения по уравнению тренда за последний год исследований; Δ – дельта.

Увеличение среднегодовых значений осадков и относительной влажности воздуха связано с географическим расположением пункта исследований рядом с Белым морем. Отметим, что увеличение осадков на 1 мм означает увеличение выпавших осадков до 10 т. воды на гектар.

Наблюдаемое незначительное снижение влагообеспечения почв и относительной влажности воздуха, как и увеличение температуры, благоприятны для роста и развития растений Архангельской области.

Владимир. Динамика изменения климата для периода 1961-2015 гг. представлена в табл.2. Повышение среднегодовой температуры за период 1961-2015 гг. составляет 1,25°С, что означает ежегодное приращивание температуры на 0,0231°С в течении 54 лет. Ежегодный прирост температуры во Владимире (0,0231/0,0094°С) в 2,4574 раза выше по сравнению с северной точкой наблюдения. Незначительное снижение количества осадков и повышение температуры вызывают: а) незначительное снижение влагосодержания почвы; б) незначительное повышение относительной влажности воздуха. К настоящему моменту установлено, что за период исследований климатические изменения благоприятны, т.к. не выходят за рамки оптимума для большинства растений и не

должны отрицательно сказываться на естественном приросте растений и изменять общепринятый уклад сельскохозяйственных работ.

Таблица 2

Динамика изменений основных климатических параметров г. Владимир.

Климатические факторы	**Средне-годовые**	**Календарные времена года**			
		Период 1961-2015 гг.			
		зима	весна	лето	осень
$T_1, °C$	3,60	-10,0630	4,5030	16,2390	3,7525
$T_2, °C$	4,86	-7,4534	5,0750	17,3830	4,4441
$\Delta T, °C$	1,25	2,6096	0,5720	1,1440	0,6916
		Период 1961-2015 гг.			
P_1, мм	79,36	45,5960	40,8062	60,0570	52,4113
P_2,мм	45,54	31,9790	28,0664	69,0330	53,0896
ΔP ,мм	-4,17	-13,6170	-12,7398	8,9760	0,6783
		Период 1961-2012 гг.			
W_1, %	79,36	85,2332	72,4778	74,6956	85,0516
W_2, %	81,17	86,9432	74,0178	77,3756	86,3816
ΔW , %	1,81	1,7100	1,5400	2,6800	1,3300
	весна-осень	**Период 1952-2014 гг.**			
$W_{почва1}$, %	78,79	-	75,0911	74,6915	86,5936
$W_{почва2}$, %	78,04	-	72,1287	76,6795	85,3392
, %	-0,74	-	-2,9624	1,9880	-1,2544

Таблица 3

Динамика изменений основных климатических параметров г. Ростов-на-Дону.

Климатические факторы	**Средне-годовые**	**Календарные времена года**			
		Период 1883-2015 гг.			
		зима	весна	лето	осень
$T_1, °C$	8,004	-5,8223	6,5135	21,4436	9,8836
$T_2, °C$	10,66	-0,4169	13,4561	22,1492	7,4518
$\Delta T, °C$	2,65	5,4054	6,9426	0,7056	-2,4318
		Период 1936-2005 гг.			
P_1, мм	34,94	34,4979	30,0597	39,9080	35,3036
P_2,мм	59,007	71,4127	52,4041	62,7360	49,4788
ΔP ,мм	24,06	36,9148	22,3444	22,8280	14,1752
		Период 1966-2014 гг.			
W_1, %	73,52	84,8318	69,9183	63,0553	76,2896
W_2, %	72,83	86,3264	67,3474	62,4584	75,1898
ΔW , %	-0,69	1,4946	-2,5709	-0,5969	-1,0998
	весна-осень	**Период 1966-2014 гг.**			
$W_{почва1}$, %	69,75	-	70,0978	63,5290	76,6604
$W_{почва2}$, %	68,33	-	67,3624	62,4010	74,0002
, %	-1,42	-	-2,7354	-1,1280	-2,6602

Ростов-на-Дону. Динамика изменений климата для периода с 1883-2015 гг. представлена в табл.3. За 132 года прирост температуры составил 2,65°С, что соответствует ежегодному приращиванию температуры на 0,0201°С. Это означает, что в Ростове-на-Дону ежегодный прирост температуры воздуха вы-

ше по сравнению с Архангельском в 0,*0201/0,0094=2,1351* раза. Потепление климата идёт за счет потепления зимы и весны на 5,4054°С и 6,9426°С, соответственно. Если период зима-весна характеризуется значительным повышением температуры, то по отношению к этим периодам летом происходит незначительное увеличение температуры (0,7056°С), а осень за изучаемый период стала холоднее (-2,4318°С).

Одновременно с повышением температуры воздуха наблюдается практически двухкратное увеличение количества осадков (с 34,94 до 59,007 мм), что сдерживает рост температуры воздуха. Вероятно, это связано с географическим местом исследования: близким расположением к Черному морю и небольшом отдалении от Каспийского моря, где высокие температуры воздуха вызывают повышенную испаряемость с водных поверхностей с последующим выпадением осадков в Ростове-на-Дону. Повышенное количество осадков не восполняет дефицит влаги в почве и приземном слое атмосферы. Влагосодержание в почве ниже 70% от полной влагоемкости.

Выводы

Для Европейской части России были проанализированы климатические изменения на 40° в.д. Все климатические изменения происходят поступательно по всей долготе.

На всех трех метеостанциях отмечено увеличение среднегодовой температуры воздуха. В Архангельске, Владимире, Ростове-на-Дону наблюдается существенное потепления климата на 0,74; 1,25; 2,65°С, соответственно. Факт увеличения температуры говорит о нарушении годового хода теплового баланса. Основная доля вклада в повышение среднегодовой температуры – повышенные температуры в период зима-весна.

При условии близкого географического расположения крупных водоемов, одновременно с повышением температуры, идёт повышение количества осадков, однако это количество осадков только сдерживает, но не прекращает процесс снижения влагосодержания в почве и в атмосфере. При отсутствии крупных водоемов, закономерно наблюдаются взаимосвязанные процессы: с повышением температуры воздуха отмечается снижение влажности в почве и в атмосфере.

Необходимо учитывать, что повышение среднегодовых среднесуточных значений температуры на 1-2°С – это существенное климатическое изменение. Это означает, что сумма температур, например, за 90 дней увеличилась от 90 до 180°С, что существенно сказывается на выборе сельскохозяйственных культур для возделывания.

Потепление климата требует незамедлительного нового подхода к ведению не только сельского хозяйства, но подбора и замены древесной растительности.Изменение климата является сигналом для разработки мер безопасности сельскохозяйственной деятельности и создания банка климатических изменений с целью разработки программ для обеспечения экономической эффективности сельскохозяйственных производств с учетом территориальных различий в трудообеспеченности.

Литература

[1] *Квачантирадзе Э.П.* Теоретический расчет запаса воды в почве. / Вестник Агроинженерия - М.: ФГБОУ ВПО МГАУ-2011- №2 (47)- С. 34-37.

[2] *Квачантирадзе Э.П.* Теория расчета запасок воды в почве в изменяющихся климатических условиях. / Международный технико –экономический журнал. - М.: Учебно-методический центр, Триада – 2011 №5 – С. 93-98.

[3] *Квачантирадзе Э.П.* Взгляд на оценку климатических факторов с точки зрения термодонамики. / Сб.: IV Международная научно-практическая конференция «Природное и культурное наследие: междисциплинарные исследования, сохранение и развитие». – СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 2015.- С .49-55.

[4] *Kvachantiradze E.P.* Basic Climate Forcing Factors from the Thermodynamic Point of View / GEOMED 2016 4th International Geography Symposium May 23 - 26, 2016 – Kemer, Antalya, TURKEY .BOOK OF PROCEEDINGS. Editors Recep EFE, Isa CÜREBAL, László LÉVAI. ISBN 978-605-66576-1-0, pp. 52-62.

[5] Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информаци [Электронный ресурс] / Мировой центр данных (ВНИИГМИ-МЦД) URL: http://meteo.ru/about/general-information

[6] Единый государственный реестр почвенных ресурсов России [Электронный ресурс] //URL: http://atlas.mcx.ru/materials/egrpr/content/intro.html

[7] Термограф: архив осадков и температуры воздуха [Электронный ресурс] / URL:http://thermograph.ru/

S u m m a r y. The Research was carried out on the basis of archival hydrometeorological data of weather stations located at one longitude of 400 East longitude, but different latitudes, which allowed to characterize the climatic changes in Russia from North to South. The research period from 1883 to 2015 was carried out with the aim of creating a data Bank of climate change to guide the selection of an effective direction for the cultivation of crops and restoration of forest phytocenoses, taking into account territorial differences

РЕЛЬЕФ И ПОКРОВНЫЕ ОСАДОЧНЫЕ ТОЛЩИ УРОЧИЩА САЛХИТ (ХЭНТЭЙСКОЕ НАГОРЬЕ, ВОСТОЧНАЯ МОНГОЛИЯ)

В.Л. Коломиец

Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ, kolom@ginst.ru

Бурятский государственный университет им. Доржи Банзарова

RELIEF AND SURFACE SEDIMENTARY SEQUENCES OF THE SALKHIT TRACT (KHENTEI PLATEAU, EASTERN MONGOLIA)

V.L. Kolomiets

Geological Institute SB RAS, Ulan-Ude

Buryat State University of Dorzhi Banzarov, Ulan-Ude

Аннотация. При реализации Международного проекта «Становление и эволюция палеолитических культур Северной, Центральной и Юго-Западной Азии» (Россия, Монголия, США) впервые было проведено комплексное изучение геоархеологического объекта Салхит. До этого здесь была обнаружена сенсационная находка – черепная крышка древнего гоминида-архантропа Homo erectus (возраст 0.8-1.2 млн. лет назад) [2, 6]. Разрез Салхит-1 (S-1) глубиной 4.25 м по структурно-текстурным особенностям подразделяется на шесть литологических слоев. Разрез Салхит-2 (S-2; глубина 2.2 м) состоит из четырех слоев.

Ключевые слова: рельеф, разрезы осадочных толщ, литологические слои, статистические параметры процесса седиментации, Хэнтэй, Монголия.

Введение

По геоморфологическому районированию район исследований находится на стыке двух геоморфологических регионов – Северо-Востока Монголии и Восточно-Монгольской равнины, и входит в Керулен-Ульдзинский район [1]. Это восточные отроги Хэнтэйского нагорья, которые являют собой совокупность всхолмленных поверхностей, мелкосопочников, массивов низких гор, разделенных областями денудации и плоскими впадинами с озерными котловинами.

Объекты и методы

Урочище Салхит (в переводе с монгольского языка – ветреное место) представляет собой вытянутое в субширотном направлении эрозионное понижение – сухой лог. Практически для всей его площади характерна техногенная проработка, связанная с добычей россыпного золота и приведшая к образованию ямно-бугристой донной поверхности (планировка, выбор рыхлого материала – воронки и карьеры глубиной 2-2.5 м, бугры и валы высотой 2-3 м – складирование отработанного вещества). Тем не менее, в его склонах удалось осуществить проходку двух горных выработок, которые вскрыли осадочную толщу в коренном залегании – разрезы Салхит-1 и Салхит-2. Так как законодательство МНР запрещает вывоз проб за ее пределы, при изучении структурных особенностей осадочной толщи в полевых условиях применялся ситовой гранулометрический анализ. Основными способами обработки гранрассевов являются графический (кумулятивные кривые [4]) и статистический (первые четыре центральных момента распределений [3, 5]) методы.

Обсуждение результатов

Рельеф. В общих чертах рельеф данной территории характеризуется мягкими сглаженными очертаниями. Эрозионные формы и разделяющие их водораздельные гривы, небольшие хребты с незначительными колебаниями относительных высот имеют линейно-вытянутую субмеридиональную ориентировку, обусловленную отражением тектонической структуры и петрографического состава пород сложноустроенного фундамента [1]. Одинокие горы, сопки представляют собой конические, куполовидные постройки с примыкающими к ним грядами, имеющими несколько отдельных вершин при постепенном уменьшении высоты водораздельной линии по направлению к подножью склона (г. Салхит). Самим вершинам свойственен округлый в плане и выпуклый в разрезе профиль, они покрыты сплошным, панцирным слоем элювия и выходами более твердых коренных пород в виде гривок, щеток, слагающих пласты и жилы. Преобладают обломки мало-средне-глыбовой, а также щебеночно-дресвяной размерности. Для крупных глыб характерна эоловая обработка (ветрогранники). Мелкозема мало или он практически отсутствует, что можно объяснить выборочной дефляцией. Здесь же встречаются антропогенные формы рельефа высотой до 1 м культового назначения (обо).

Склоны в привершинной части слегка выпуклые, от нижележащих – большей частью прямолинейных, отделены перегибами. Перекрыты дезинтегрированным плащеобразным материалом различной крупности, частыми свалами, небольшими каменными россыпями, присутствуют обнажения скальных пород. По мере снижения угла наклона количество каменного субстрата убывает, склоны стают лучше задернованными, преобладает мелко- и тонкодисперсное вещество. В одной из разведочных канав глубиной до 1.5 м в седловине вскрыт несортированный бестекстурный неокатанный псефитовый материал с алевритово-глинистым желтовато-коричневатым заполнителем. С глубиной происходит увеличение размеров обломков и уменьшение их выветрелости. В приповерхностном слое отмечается некоторая концентрация дресвы и щебня.

Склоны не обнаруживают зависимости протекания внешних формирующих процессов от их экспозиции, моделированы осыпными явлениями в самой крутой, приводораздельной, денудационной части. На средних, транзитных участках превалируют дефлюкционный снос, делювиальный смыв и эрозионный размыв. Ветвящиеся вверху склонов эрозионные борозды, сливаясь, образуют эрозионные рытвины, оформленные ярко-зеленой растительностью. Некоторые рытвины в приподошвенном секторе формируют мелкие овраги с глубиной вреза 2-3 м, выположенными бортами и V-образным растянутым поперечным профилем. Неширокие днища и устья их техногенно изменены проходкой горных выработок и отработанной россыпью. В нижней, аккумулятивной части склонов присутствуют широкие, выровненные делювиальные и делювиально-пролювиальные шлейфы, покрытые преимущественно тонким матриксом и хорошо задернованные.

Более крупные эрозионные формы – неширокие сухие лога и долинообразные суходольные западины с озерами имеют выположенные лоткообразный или трапециевидный поперечные профиля, склоны малой крутизны, выровненное днище с незначительными углами наклона продольной оси.

Литология. Разрез Салхит-1 (S-1) расположен на правом склоне долины выположенного сухого одноименного лога. Вскрытую толщу до глубины 4.25 м по структурно-текстурным особенностям отложений можно подразделить на 6 литологических слоев. Разрез Салхит-2 (S-2) мощностью 2.2 м находится на левом склоне и представлен 4 литологическими слоями.

Представленные разрезы имеют сходное строение. В основании толщи находится кора выветривания. Выше ее залегают слои (4 (0.45 м) – S-1; 3 (0.6 м) – S-2), выполненные из песчано-дресвяно-щебнистой смеси (средневзвешенный диаметр частиц x=6.47-12.20 мм). Коэффициенты сортировки осадков Траска S_0 и стандартное отклонение σ находятся в пределах 5.88-7.56 и 9.67-20.31 соответственно, характеризуют их как абсолютно несортированные, что отражает предельно малое расстояние транспортировки в довольно динамичной среде седиментации (статистический коэффициент асимметрии $\alpha > 0$), но достаточно хорошую обработку грубообломочной части спектра (коэффициент асимметрии Траска $S_k = 0.7$). Им свойственен смешанно-фракционный гранулометрический тип гетеромодального открыто-двустороннего эмпирического полигона распределения (ЭПР). Судя по значению коэффициента вариации ($\nu = 1.66$) участие

свободно текучей воды в этом процессе было значимым, что подтверждается слабой окатанностью отдельных обломков, но полное отсутствие текстурных качеств отложений определяют делювиально-пролювиальное происхождение данных слоев. Для эксцесса характерно очень малое его значение (τ = 1.1-3.13), прямо указывающее на достаточно подвижный характер аккумуляции, обусловленный как внутрикоровой, так и внешней (климатической) составляющей морфогенеза, которые в совокупности привели к усилению эрозионно-денудационных процессов в исследуемом районе. Разрушенного материала становилось все больше, склоновые литопотоки, а также перегруженные дезинтегрированным веществом эпизодические водные потоки не успевали обрабатывать его, и он быстро отлагался под новыми порциями субстрата – и, как следствие, превалированием в разрезе абсолютно несортированных осадков. Причиной таких изменений могли быть вариации климата в сторону потепления (каргинская эпоха позднего неоплейстоцена), что привело к росту увлажненности и обводненности данной территории. Достаточное количество свободной воды способствовало к формированию на этом уровне аллювиально-пролювиального вложения, представляющего собой бывшее русло небольшого водотока, заполненное наклонно-слоистым песчаным материалом (слой 5, мощность 0.25 м – разрез S-1).

Следующими горизонтами, перекрывающим каргинскую толщу, являются слои 3 (разрез S-1) и 2 (S-2). Они также коррелируются между собой – залегают почти на одном гипсометрическом уровне, имеют близкую мощность, сложены осадками с примерно равными статистическими параметрами. Слой 3 (0.7 м) сформирован сцементированным алевритисто-дресвянистым мелко-среднезернистым песком (x = 1.99 мм) с включением мелких и средних глыб. Отложения имеют полимодальный правосторонне-открытый ЭПР разнофракционного типа, характеризуются очень плохой сортировкой (S_0 = 2.68; σ = 4.25) (недалекий перенос в турбулентной среде без должной динамической обработки), мода (α > 0, S_k >1) сдвинута в сторону мелких частиц (условно повышенный энергетизм среды седиментации). Рост числовых показателей эксцесса (τ = 19.40) свидетельствует о продолжающейся относительной стабильности протекания неотектонических явлений на данной территории, но уже с наметившейся тенденцией в сторону усиления процессов эндо- и экзогенеза. Происхождение этих осадков преимущественно склоновое, так как значения коэффициента вариации (ν=2,14) выходят за рамки аквального парагенетического ряда и могут соотноситься с делювиально-коллювиальным характером осадконакопления.

Слой 2 (0.45-0.75 м, разрез S-2), выполнен облессованным, плотным, алевритово-дресвянистым средне-мелкозернистым песком (x = 1.19 мм), с включением обломочного материала в виде небольших глыб, характер распределения которого хаотичный, толща в целом массивная, бестекстурная. ЭПР принадлежит бимодальному правосторонне-открытому смешанно-фракционному типу. Вещество характеризуется недостаточной сортировкой (S_0 = 1.79; σ = 3.37, – укороченный путь его перемещения перед отложением). Кроме того, оно имеет несимметричное распределение со сдвинутой в сторону

мелких (S_k >1, $\alpha > 0$) частиц модой. Энергетизм живых сил седиментации при его образовании обладал некоторым динамизмом, тектонические условия осадконакопления были относительно стабильными с определенным дефицитом поступающего материала ($\tau = 35.19$). Коэффициент вариации определяет происхождение данных осадков ($\nu = 2.84$), как склоновое с незначительным участием однонаправленно-текучей свободной воды (парагенетическая группа коллювия смывания) и возможной последующей сингенетической или эпигенетической эоловой трансформацией материала, нашедшей отражение в некотором улучшении его сортировки. Что касается времени формирования данных горизонтов, то это сартанское время, для которого было свойственно понижение общего температурного фона, недостаток количества свободно-движущейся воды (неаквальное происхождение данных слоев) и прогрессирующая аридность.

Особняком является слой 2 (0.4 м) из разреза S-1, аналог которого не обнаружен в разрезе S-2, сложен мелко-крупно-среднезернистым алевритистым песком (x = 0.65 мм), интенсивно карбонатизированным, бестекстурным, сцементированным. Осадки плохо сортированы ($S_0 = 2.11$, $\sigma = 0.87$ – показатели незначительной длины транспортировки частиц). Бимодальный (второй модальный пик слабо выражен) ЭПР не симметричен, мода осадка положительна ($\alpha > 0$) и по отношению к медиане находится в левой его части ($S_k < 1$). Эксцесс также плюсовой ($\tau = 82.84$), что указывает на некую тектоническую стабильность, поступление небольших порций обломочного субстрата в седиментационный бассейн, а также превышение скорости его обработки над приносом. Кроме того, пески имеют параметры коэффициента вариации осадков ($\nu = 1.34$), сопоставимые с флювиальным характером среды аккумуляции. Но, учитывая внешний облик породы – лессовидность, пылеватость, плохую сортировку материала, можно констатировать смешанный характер седиментогенеза (смешение групп коллювия смывания и временных русловых потоков), а именно – делювиально-пролювиальный с квазипостоянным перемещением вещества и обязательным участием в этом процессе текучей воды. Период накопления – голоценовый. С голоценом связано и формирование венчающих разрезы почвенно-растительных горизонтов.

Выводы

Суммируя данные, полученные при литолого-стратиграфическом анализе разреза урочища Салхит, можно прийти к заключению, что самый нижний горизонт рыхлых отложений не древнее начала каргинской эпохи, т.е. 55-50 тыс. лет назад. Следовательно, или черепная крышка принадлежит человеку вида Homo sapiens sapiens, или это действительно архантроп, который попал сюда каким-то совсем фантастическим путем [2]. Геоморфологическая ситуация в окрестностях урочища Салхит исключает наличие каких-либо древних отложений при разрушении которых череп путем переноса мог попасть на дно лога.

Литература

[1] *Геоморфология* Монгольской Народной Республики. / Труды совместной советско-монгольской науч.-иссл. геол. экспедиции. Вып. 28. Отв. ред. Флоренсов Н.А., Коржуев С.С. – М.: Изд-во Наука, 1982. 249 с.
[2] *Деревянко А.П., Цэвээндорж Д., Гладышев С.А., Коломиец В.Л., Лбова Л.В., Рыбин Е.П., Цэрэндагва Я., Эрдэнэ-Очир Н.* Геоморфологические и стратиграфические исследования в пади Салхит (Монголия). / Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий: Материалы Годовой сессии Института археологии и этнографии СО РАН 2007 г. – Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2007. Т. XIII. – С. 89-93.
[3] *Коломиец В.Л.* Седиментогенез плейстоценового аквального комплекса и условия формирования нерудного сырья суходольных впадин Байкальской рифтовой зоны: автореф. дисс. …канд. геол.-минер. наук. / Иркутск, 2010. 18 с.
[4] *Шарапов И.П.* Применение математической статистики в геологии – М.: Недра, 1965. 259 с.
[5] *Шванов В.Н.* Песчаные породы и методы их изучения – Л.: Недра, 1969. 248 с.
[6] *Цэвээндорж Д., Батболд Н., Амгалантогс Ц.* Нэн эртний монгол хун буюу «Mongolanthropus». / Studia Archaeologica Instituti Archaeologici Academiae Scientiarum Mongolicae. – Улаан-Баатар, 2006. – Tomus (III) XXIII. – 16 с.

S u m m a r y. When implementing the International project «Formation and evolution of Paleolithic cultures of Northern, Central and South-Western Asia» (Russia, Mongolia, USA), a comprehensive study of the Salkhit geoarchaeological object was conducted for the first time. Prior to this, a sensational discovery was discovered – the cranial lid of the ancient hominid-arhantropic Homo erectus (age 0.8-1.2 million years ago) [2, 6]. The section of Salkhit-1 (S-1) with a depth of 4.25 m is subdivided into six lithological layers for structural and textural features. The Salkhit-2 section (S-2; depth 2.2 m) consists of four layers.

КЛИМАТ КАК ФАКТОР ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

М.А. Лазарева
ФГБНУ Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева, г. Санкт-Петербург
ФГБНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева, г. Москва, margoflams@mail.ru

CLIMATE AS A FACTOR OF SOIL FORMATION IN THE LENINGRAD REGION

M.A. Lazareva
V.V. Dokuchaev Central Soil Museum, St. Petersburg
V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow

Аннотация. В пределах Ленинградской области выделены естественные, антропогенно-измененные и антропогенные почвы, относящиеся к 5 агроклиматическим районам. Большие контуры турбированных и окисленно-глеевых почв выделены на территории I района. Наиболее освоенным в сельскохозяйственном отношении является IV район. Наибольшим разнообразием почв отличается почвенный покров территории III района. Большие массивы торфоземов выделены во II районе. На территориях с многоэтажными застройками подрайона V1 распространены интродуцированные почвы и стратоземы.
Ключевые слова: антропогенно-измененные почвы, интродуцированные почвы, цифровая почвенная карта, почвы Ленинградской области, охрана почв

Введение

Согласно природно-сельскохозяйственному районированию территория Ленинградской области (ЛО) относится к прибалтийской южно-таежно-лесной провинции, характеризуется умеренно-континентальным климатом [3]. Климатический фактор прямо или косвенно влияет на процессы почвообразования в условиях Ленинградской области. Интенсивность процессов трансформации органических и минеральных веществ (процессы разрушения и синтеза почвенных минералов, минерализация, гумификация) определяет температура воздуха. От годовой суммы осадков зависят водный режим почв, концентрация почвенных растворов, окислительно-восстановительные условия, процессы перемещения продуктов почвообразования в почвенном профиле. Температура воздуха и распределение осадков, в свою очередь, связаны с широтой и абсолютной высотой местности, близостью крупных водоемов и др.

Территория ЛО является своеобразным природным районом, с чередующимися холмами и понижениями, равнинами, низменностями, создающими дифференцированные микроклиматические условия в пределах одной территории, и представляет собой особый интерес для исследования.

Объекты и методы

Объектом исследования служат естественные, антропогенно-измененые и антропогенные почвы [2, 4], выделенные на цифровой почвенной карте (ЦПК) Ленинградской области масштаба 1:200000, и охарактеризованные в базе данных (БД), созданных на базе Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева (ЦМП им. В.В. Докучаева) в соответствии с госзаданием № 0671-2014-0002.

Основными методами, которые применялись в данном исследовании, являлись: метод аналогий (сравнения), статистики, эксперимента, «ключей».

Сравнительно-морфологический метод исследования использовался при полевой диагностике почв, сравнительно-аналитический – при лабораторных исследованиях. Совместно с данными методами применялся «метод ключей», состоящий в детальном изучении почв ключевых участков местности, а также «метод эксперимента», при котором в контролируемых условиях исследовались свойства и процессы почв. Использование данных методов позволило на базе имеющегося материала наиболее точно диагностировать почвы.

Сравнительно-исторический метод исследования использовался для выявления, выделения на ЦПК ЛО, а впоследствии и описания в БД почв, в прошлом подвергавшихся освоению. Для этого использовались, прежде всего, финские карты Карельского перешейка масштаба 1:100000 и 1:20000 (1930-1940-х гг.), почвенная карта ЛО масштаба 1:300000 (1967 г.), которые сопоставлялись с современными картами ЛО, данными спутниковых снимков.

Сравнительно-географический метод исследования, основанный на знаниях о связях между почвами и факторами почвообразования, применялся:

а) в ходе полевых исследований в целях диагностики пахотных почв, чтобы не терять важную информацию о свойствах природной почвы, которые

наследует агро-почва. Профиль пахотной почвы сравнивался с профилем целинной почвы, сформированной в аналогичных условиях местности;

б) в ходе камеральных исследований при сопоставлении карт факторов почвообразования для создания актуализированной ЦПК ЛО и БД к ней с учетом развитого в настоящее время антропогенного фактора.

Определены средние значения показателей свойств для каждого типа почв. Для этого из генеральной (всей) совокупности объектов брались выборки, например, разные антропогенно-измененные почвы (агрогенные, постагрогенные), каждая выборка обрабатывалась отдельно. Для определения меры варьирования признака вычислялся коэффициент вариации.

Обсуждение результатов

В пределах Ленинградской области выделены естественные, антропогенно-измененные и антропогенные почвы, относящиеся к 5 агроклиматическим районам [1, 5].

Первый агроклиматический район (I) охватывает северо-восток и восток Области. В него входят Подпорожский, Бокситогорский, частично Лодейнопольский и Тихвинский административные районы. Данный климатический район располагает наиболее низкими ресурсами тепла. Сумма среднесуточных температур воздуха выше +10°С составляет 1400-1600 °С. Самыми холодными частями являются Подпорожский район и возвышенные участки остальных районов.

Почвы здесь бедные, переувлажненные, сельскохозяйственное производство наименее развито. Большие массивы территории заняты лесами, часто с вырубками, где распространены турбированные почвы. Под лесом на отложениях суглинистого гранулометрического состава формируются дерново-подзолистые почвы; на отложениях песчаного гранулометрического состава - подзолы. Пониженные формы рельефа заняты болотными, большей частью - торфяными олиготрофными почвами.

Второй агроклиматический район (II) занимает центральную часть Области. В него входят Волховский, Киришский, Кировский, частично Лодейнопольский, Тихвинский и Тосненский административные районы. Данный климатический район умеренно теплый. Сумма среднесуточных температур воздуха выше +10°С составляет 1600-1800°С.

Здесь широко распространены торфяные, торфяно-глеевые почвы, глееватые подтипы и глеевые типы естественных почв. Почвы болот часто используются под торфоразработки. В сельскохозяйственном отношении территория мало освоена. На суглинистых отложениях распространены дерново-подзолистые почвы, на глинистых – дерново-элювиально-метаморфические почвы, на песчаных – подзолы. В условиях выходов известняка встречаются дерново-подзолистые остаточно-карбонатные почвы, карбо-литоземы темногумусовые. Распространены почвы на двучленных отложениях. Встречаются подзолы, подзол-элювоземы. В долинах рек Сясь, Тигода, Паша, Свирь выделены аллювиальные почвы. Вдоль побережья Ладожского озера встречаются береговые валы с комбинациями торфяно-подзолов глеевых и торфяно-глеевых почв.

Третий агроклиматический район (III) охватывает Карельский перешеек, за исключением узкой полосы, примыкающей к Финскому заливу. В него входит большая часть Всеволожского, Выборгский, Приозерский административный районы. Территория района неоднородна в климатическом отношении. Более низкими суммами температур отличаются побережье Ладожского озера и Приневская низменность. Суммы температур здесь примерно на 100°С ниже, чем на основной территории Перешейка. Наиболее теплой является северо-западная часть района, омываемая Финским заливом, где сумма активных температур превышает 1600°С.

В северной части района распространены подбуры, их оподзоленные подтипы, петроземы, дерново-элювиально-метаморфические почвы, которые в связи с их высоким плодородием, большей частью освоены. Большие массивы территории занимают залежные земли. На юге района распространены торфяные олиготрофные почвы, часто используемые под торфоразработки, по окраине г. Санкт-Петербург – перегнойно-глеевые почвы. Наиболее обширные и окультуренные угодья сосредоточены вокруг мелких озер между Вуоксой и Центральной возвышенностью.

Четвертый агроклиматический район (IV) охватывает западную часть Области – Ордовикское плато. В него входят Волосовский, частично Ломоносовский, Кингисеппский и Гатчинский административные районы.

Широко распространены пахотные почвы: агротемногумусовая, агрозем текстурно-дифференцированный, агродерново-элювиально-метаморфическая. В краевой части района, в связи с дополнительным увлажнением и выклиниванием жестких грунтовых вод – перегнойно-глеевые и торфяные эутрофные почвы.

Пятый агроклиматический район (V) занимает юго-западную часть области. В него входят Сланцевский, Лужский, частично Кингисеппский и Гатчинский административные районы. В данном районе наблюдаются самые высокие суммы активных температур (1700-1900°С) и наибольшая продолжительность периода со среднесуточными температурами выше +10°С (120-125 дней).

Распространены почвы с развитым дерновым горизонтом. На суглинистых отложениях распространены дерново-подзолистые типичные и глеевые почвы. На двучленах – подзолы, часто глееватые и глеевые. Камовые возвышенности занимают подбуры и дерново-подбуры. В сельскохозяйственном отношении освоена в большей степени юго-восточная часть района, где в условиях выхода известняков встречаются дерново-подзолистые остаточно-карбонатные почвы, а в понижениях – перегнойно-глеевые и торфяные эутрофные почвы.

Подрайон V1 занимает узкую полосу вдоль побережья Финского залива шириной 10-15 м. В него входит прибрежная часть Ломоносовского района и часть территории Санкт-Петербурга. Отличительной чертой района является самый длительный безморозный период (135-150 дней) и мягкая, с частыми оттепелями, зима. В связи с застройками распространены интродуцированные почвы газонов и стратоземы [2].

Заключение

В пределах Ленинградской области выделены естественные, антропогенно-измененные и антропогенные почвы, относящиеся к 5 агроклиматическим районам. Для I района, располагающего наиболее низкими ресурсами тепла, характерны бедные переувлажненные почвы, наблюдается широкое распространение почв болот, преимущественно, торфяных олиготрофных, интенсивное развитие лесозаготовительных и осушительных работ с формированием турбированных и окисленно-глеевых почв, а также наименьшее развитие сельскохозяйственного производства. Наиболее освоенным в сельскохозяйственном отношении, в связи с богатством почв, является умеренно-теплый IV район, где выделены большие контуры агрогенных почв, часто находящиеся в комбинациях с непочвенными образованиями. В наиболее теплом (V районе) распространены почвы с развитым дерновым горизонтом, но в сельскохозяйственном отношении освоена, в большей степени, юго-восточная часть района, где выделены богатые дерново-подзолистые остаточно-карбонатные почвы. Почвенный покров территории III района, неоднородного в климатическом отношении, отличается наибольшим разнообразием. В условиях наиболее теплой северо-западной части района выделены подбуры, их оподзоленные подтипы, подзолы, а также большие массивы современных и старопахотных почв на богатых (ленточных) глинах. В условиях наиболее холодной южной части района и Приладожья – глееватые и глеевые подтипы естественных почв, торфяные олиготрофные почвы, а по окраинам г. Санкт-Петербург – перегнойно-глеевые почвы. Наибольшие массивы торфяных почв, используемых под торфоразработки, выделены в условиях умеренно-теплого II района. Антропогенные почвы (стратоземы и интродуцированные) встречаются на территориях с многоэтажными застройками (это преимущественно V агроклиматический район, подрайон V1, занимающий узкую полосу вдоль Финского залива по окраине г. Санкт-Петербург).

Литература

[1] Агроклиматический справочник по Ленинградской области. / Гл. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. Сев.-Зап. упр. гидрометеорол. службы. Ленингр. гидрометеорол. обсерватория. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1959. – 176 с.

[2] *Апарин Б.Ф., Сухачева Е.Ю., Булышева А.М., Лазарева М.А*. Гумусовые горизонты почв урбоэкосистем. / Почвоведение. – 2018. № 9. – С. 1071-1084.

[3] Земельные ресурсы СССР: Природно-сельскохозяйственное районирование территории областей, краев, АССР и республик. – Москва, 1990. – 261 с.

[4] *Лазарева М.А.* Почвы естественных и антропогенно-измененных ландшафтов Ленинградской области. / Материалы по изучению русских почв. Выпуск 11(38): Сб. науч. докл. / Под ред. Б.Ф. Апарина. – СПб, 2018. – С. 117-123.

[5] *Суханов П.А.* Научные основы оценки и управления агроресурсным потенциалом региона (на примере Ленинградской области): автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук: специаль-

ность 06.01.03 «Агрофизика» / Суханов Павел Александрович; [Агрофиз. НИИ РАСХН]. – Санкт-Петербург, 2013. – 54 с.

S u m m a r y. There are natural, anthropogenically-changed and anthropogenic soils of 5 agroclimatic areas in the Leningrad region. Turbic and Drainic soils are dominated on the territory of 1st area. Anthrosols and Aric soils are dominated in 4th area. Soil cover of the territory of 3rd area is characterized by the greatest variety. Drained Histosols are dominated in 2nd area. Technosols and Umbrisols (Novic) are widespread on the territory with high-rise buildings of V1 subarea.

ВОЗМОЖНОСТИ ГИС ДЛЯ ОЦЕНКИ ЦУНАМИОПАСНОСТИ ПОБЕРЕЖЬЯ НА ОСНОВЕ ПАЛЕОДАННЫХ (НА ПРИМЕРЕ БУХ. ТРИОЗЕРЬЕ И БУХ. ВАЛЕНТИНА (ЯПОНСКОЕ МОРЕ))

И.И. Лебедев

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток, ilya.lebedev.1994@bk.ru

CAPABILITY OF GIS FOR A TSUNAMI HAZARD ESTIMATION OF A COAST ON BASE OF A PALEODATA (USING THE EXAMPLE OF TRIOZERYE BAY AND VALENTIN BAY (JAPAN SEA))

I.I. Lebedev

Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok

Аннотация. Рассматриваются способы применения ArcMap 10.1 для определения различных элементов влияния цунами и палеоцунами на побережье (мощность обломочного материала, площадь затопления) бухт Триозерье и Валентина. Используются различные временные отрезки, как в XX веке, так и палеоданные.

Ключевые слова: ГИС, цунами, палеоцунами, берег

Введение

ГИС являются достаточно удобным инструментом для оценки различных картируемых явлений. ArcMap один из наиболее популярных представителей этих систем. Это объясняется простотой в использовании и широким набором инструментов для анализа. Воздействие цунами и палеоцунами не часто фигурирует в такого рода оценках. Связано это с локальным проявлением этого события и редкостью возникновения. Существует лишь несколько исследований, где такая проблематика фигурирует. Так, Пинегиной Т.К. была разработана база данных по палеоцунами применительно к побережью п-ова Камчатка [7]. Ларионовым В.И. и др. [6] приведен пример зонирования территории г. Владивостока при воздействии волны цунами высотой 5 м. Смирновой О.В. рассмотрены методы прогнозирования поведения волны цунами при подходе к берегу (затопление) [9]. Приморский край является одним из тех дальневосточных регионов России, где цунами оставило свои следы в разрезах береговых низменностей. В XX веке было несколько событий, которые имели место на территории края (1907, 1940, 1964, 1971, 1983 и 1993 гг.). Только последние два события проявились на побережье Приморья в наибольшей степени.

Целью исследования является выявление возможностей ГИС для оценки различных параметров влияния цунами на береговую зону с использованием палеоданных. Для этого был поставлен ряд задач: выявить параметры влияния

цунами на береговую зону, которые являются наиболее квантифицируемыми посредством ГИС; определить количественные показатели таких параметров; обосновать возможность оценки цунамиопасности посредством ГИС на основе этих параметров.

Регион исследований, объекты и методы

Бух. Триозерье расположена на юго-востоке Приморского края. Бухта относится к открытому типу и имеет широкий вход. Окружающая суша характеризуется низкогорным рельефом. Побережье этой бухты относится к абразионно-бухтовому типу побережья горной области Восточного склона Сихотэ-Алиня и области максимально опасных низменных участков прибрежных равнин [5]. Прибрежная полоса представлена аккумулятивными образованиями и низкими денудационными поверхностями. Вдоль бухты располагается неширокая морская равнина с системой береговых валов. В вершине бухты из продуктов эродируемого интрузива формируется низкая морская терраса и обширный песчаный пляж. Пляж сложен преобладающе мелкозернистыми и среднезернистыми песками [8].

Бух. Валентина расположена на восточном побережье Приморья и относится к абразионно-бухтовому типу. Берега бухты высокие и обрывистые, за исключением аккумулятивной равнины южнее с. Валентин. Побережье относится к довольно опасной области районов абразионно-бухтовых берегов Восточного склона Сихотэ-Алиня [5].

При проведении исследования использовался программный продукт ArcMap 10.1. Базовыми картографическими материалами являлись снимки Landsat.Imagery, скачанные из программы SASPlanet V18. Основными методами исследований были: сравнительно-географический, картографический.

Обсуждения результатов

На побережье бухты Триозерье были выделены зоны затопления цунами последних двух событий (1983, 1993 гг.), а также цунами 3290±70 кал. л.н. [3] (рис. 1). Максимальный заплеск составил 250 м (цунами 3290±70 кал. л.н.). Дальность затопления последних двух событий (1983 и 1993 гг.) составила 200 и 220 м соответственно. Основным материалом поставки был мелко-среднезернистый песок. При наиболее сильном цунами (3290±70 кал. л.н.) площадь затопления составила 655258 м^2. Площадь затопления последних двух цунами (1983 и 1993 гг.) равнялась 545651 м^2 и 601779 м^2 соответственно.

В пределах побережья бухты Валентина были восстановлены зоны затопления пяти цунами. Так, наибольшей дальностью заплеска характеризуется цунами 1993 г. – 300 м (площадь затопления – 378169 м^2) [4]. Остальные цунами имеют несколько меньшие показатели затоплений: 750±80 кал. л.н. – 220 м (263555 м^2) [4]; 190±120 кал. л.н. – 200 м (233478 м^2) [1]; 390±60 кал. л.н. – 180 м (188556 м^2) [4]; 1983 г. – 160 м (164147 м^2) [2].

Также, для бухты Валентина, были вычислены объемы обломочного материала, принесенного цунами 1993 г. (рис. 2). Основным материалом поставки был хорошо сортированный мелкозернистый песок. Всего было выделено несколько градаций мощности цунами.



Рис.1. Зоны затопления цунами в бух. Триозерье

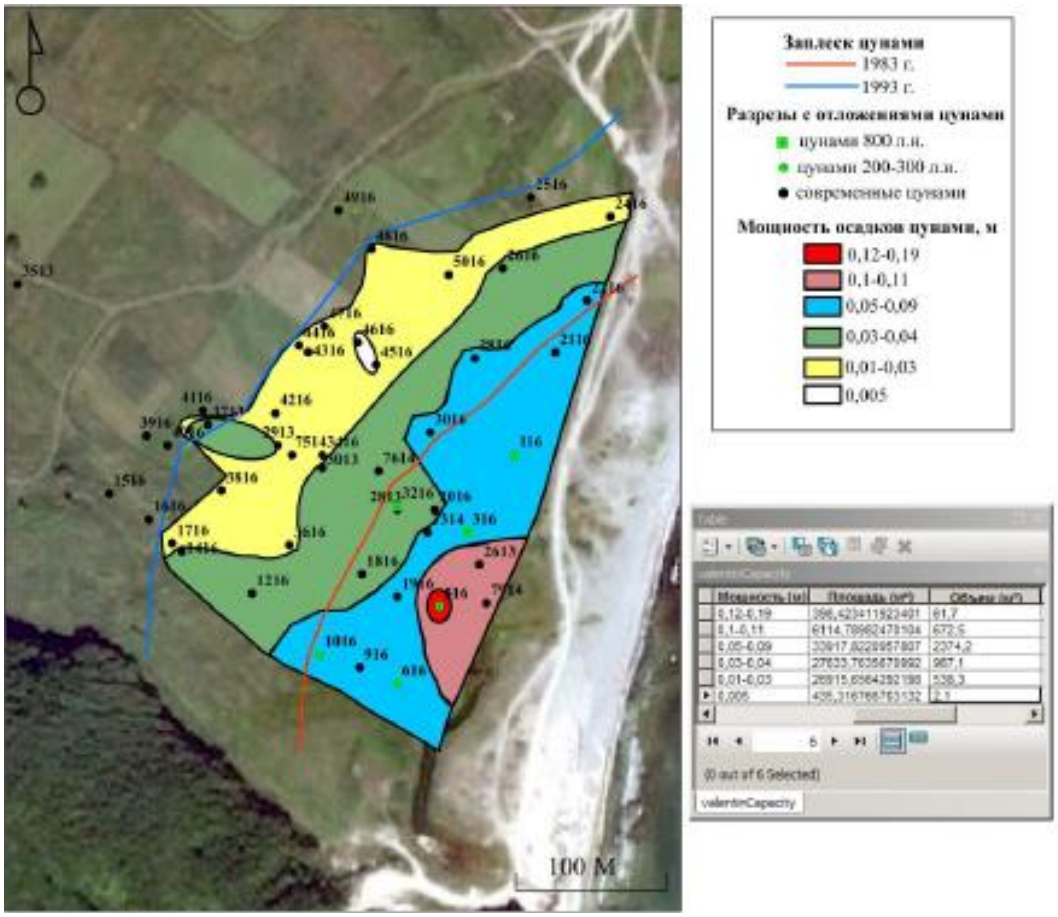


Рис. 2. Площадь и объем осадконакопления цунами 1993 г. в бух. Валентина.

Выводы

Таким образом, были выявлены и квантифицированы, посредством ArcMap 10.1, параметры влияния цунами на береговую зону бухт Триозерье и Валентина. Такими параметрами стали: площадь затопления цунами (для бух. Триозерье и Валентина) и объем обломочного материала (для бух. Валентина). Во многом, ценность ГИС для подобного рода исследований нельзя недооценивать. Основными преимуществами их является наглядность и возможность вычисления отдельных параметров, а также возможность использования разных слоев для характеристики разновозрастных событий.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке программы «Приоритетных научных исследований в интересах комплексного развития Дальневосточного отделения РАН», проект 18-5-003.

Литература

[1] *Ганзей Л.А., Разжигаева Н.Г., Нишимура Ю., Гребенникова Т.А., Кайстренко В.М., Горбунов А.О., Арсланов Х.А., Чернов С.Б., Наумов Ю.А.* Осадки исторических и палеоцунами на побережье Восточного Приморья. / Тихоокеанская геология, 2015, том 34, №1, С. 79-95.

[2] *Ганзей Л.А., Разжигаева Н.Г., Нишимура Ю., Гребенникова Т.А., Горбунов А.О., Кайстренко В.М., Наумов Ю.А., Лебедев И.И.* Осадки цунами 1983 и 1993 годов на побережье Приморья. / Океанология, 2017, том 57, №4, С. 628-640.
[3] *Ганзей Л.А., Разжигаева Н.Г., Нишимура Ю., Арсланов Х.А., Гребенникова Т.А., Лебедев И.И., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю., Горбунов А.О., Наумов Ю.А.* Проявление палеоцунами в позднем голоцене на побережье бухты Триозерье, Японское море. / Успехи современного естествознания, 2016, №8, С. 166-172.
[4] *Ганзей Л.А., Разжигаева Н.Г., Арсланов Х.А., Нишимура Ю., Гребенникова Т.А., Горбунов А.О., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю., Харламов А.А.* Следы палеоцунами на побережье Приморья в голоцене. / Геоморфология, 2018, №2, С. 20-31.
[5] *Игнатов Е.И., Тулупов И.В.* Геоморфологическое районирование берегов Приморья для оценки предупреждения стихийных бедствий. / Вестник МГУ. Сер. геогр., 1979, №4, С. 25-32.
[6] *Ларионов В.И, Александров А.А., Сущев С.П.* Моделирование последствий и оценка риска цунами с применением ГИС-технологий. / Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018, №6, С. 48-61
[7] *Пинегина Т.К.* Разработка базы данных по отложениям цунами. / тезисы докладов научной конференции «Мировой океан: модели, данные и оперативная океанология». Севастополь: ФГБУН МГИ, 2016, С. 121
[8] *Преловский В.И., Короткий А.М., Пузанова И.Ю., Саболдашев С.А.* и др. Бассейновый принцип формирования рекреационных систем Приморья. Кн.2. Владивосток: ДВО РАН, 1996, 149 с.
[9] *Смирнова О.В.* Геоинформационные технологии для прогнозирования природных катастроф. / Труды СПИИРАН, вып. 3, 2010, С. 216-227

S u m m a r y. Use patterns of ArcMap 10.1 for defining of different elements of the tsunami and the paleotsunami influence (capacity of debris, flood zone) on Triozerye and Valentin bay's coast are considered. Diverse time lines either in twenty century or paleodata are used.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ УСТЬЕВ РЕК ЮЖНОГО И ЮГО- ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ

С.А. Макаров, И.А. Белозерцева, Н.В. Власова, И.Б. Воробьева,
О.В. Гагаринова, М.Ю. Опекунова
Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, makarov@irigs.irk.ru

MODERN CONDITION OF THE MOUTHS OF THE SOUTHERN AND SOUTH-WESTERN COAST OF LAKE BAIKAL

S.A. Makarov, I.A. Blozertseva, N.V. Vlasova, I.B. Vorobyeva,
O.V. Gagarinova, M. Yu. Opekunova
V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk

Аннотация. Контроль за состоянием устьевых частей рек с помощью квадрокоптера предложен наряду с традиционными методами мониторинга воды и почв, что позволит оперативно контролировать формирование придельтовых аккумулятивных форм до и после прохождения паводков и селевых потоков.
Ключевые слова: гидрохимические показатели, устья рек, паводки, сели, водность, загрязнение.

Введение

Исследование устьевых частей рек южного и юго-западного побережья озера Байкал проводятся авторами в режиме мониторинга всех компонентов геосистем традиционными методами. Использование беспилотного летательного аппарата позволило проводить оперативный контроль за гидродинамическим состоянием устьев рек на современном этапе.

Регион исследований

Территория изучения находится в центральной Байкальской экологической зоне, где расположен Южно-Байкальский промышленный узел, и увеличивается туристско-рекреационной нагрузки [1]. Объекты детального исследования - устья водотоков южного и юго-западного побережья Байкала, относятся к Хамар-Дабанской и Прибайкальской областям.

Объекты и методы

Речные долины, нижнее течение которых располагается в прибрежной полосе от г. Слюдянки до восточной оконечности Танхойской равнины, характеризуется паводками и водокаменными селевыми потоками. В пределах Утуликско-Солзанской равнины селевые потоки верховий рек выходят на широкие равнинные участки и частично теряют здесь твердую фазу, а основную – уносят в озеро Байкал. Реки по своим морфодинамическим характеристикам являются активными агентами переноса вещества в Байкал.

По морфологическому строению и морфодинамическим особенностям условно объединяются в следующие группы. Первая – реки урбанизированных территорий, чьи русла спрямлены, берега забетонированы, либо стабилизированы противоселевыми сооружениями в устьевых частях (рис. 1). Реки Похабиха Бабха, Харимта, Мысовка и др. можно отнести к транзитным рекам. Вторая группа – морфология и строение устьевых частей благоприятно для аккумуляции влекомого материала (Голоустная, Хара-Мурин и др.). Это реки с предустьевыми и придельтовыми аккумулятивными формами (береговыми барами и т.д.) слепыми и отмершими в результате заноса материалом протоками (рис. 2).

Для характеристики устьевых частей водотоков и выявлению их антропогенной нагрузки были выбраны следующие показатели – pH, взвешенные вещества, растворенный кислород, хлориды, сульфаты, аммоний, нитриты, нитраты, фосфаты, нефтепродукты.

Для получения плановых и перспективной снимков в 2016-2018 гг. проводилась съемка устьевых частей рек с помощью квадрокоптера PHANTOM 3 Advenced.



Рис. 1. Устье реки Мысовка. Город Бабушкин. Фото 30 июля 2017 г.



Рис. 2. Устье р. Голоустное. Фото 26 апреля 2018 г.

Обсуждение результатов

Гидрологические исследования выделили два цикла водности за столетний период на реках-притоках озера – 1901-1970 гг. и 1970 - 2010 гг., предполагая переход к следующему циклу в современный период. За последние 50 лет отмечены климатически обусловленные отрицательные и положительные тренды водоносности притоков – снижение с середины 60-х годов и до начала 80-х, с дальнейшим ростом водности. В соответствие с изменениями приточности уровень озера существенно снижался в 1974-1982 гг. и не значительно в 2002-2003 гг. Существенное сокращение объема притока в Байкал отмечается с 1996 г. и максимальный спад зафиксирован в 2014-2017 годах. В периоды маловодья в бассейне озера водность рек варьировалась в зависимости от климатических факторов и аккумуляции влагозапасов на водосборах, что обусловило асинхронность колебаний стока притоков водоема [2].

Изменения величин стока и уровня обуславливают степени проявления процессов аккумуляции и транспортировки наносов. Характерные аккумулятивные формы в условиях маловодья сформированы в устье р. Хара-Мурин (рис. 3). Повышение количества атмосферных осадков на фоне засушливого периода в 2018 г. обусловило рост стока, который активизировал смыв с водосбора накопленных биогенных, химических веществ и поступление их в озеро совместно с наносами. Увеличение объемов выноса химических веществ в водоем характерны для водотоков, в которые сбрасываются сточные воды (рр. Мысовка, Похабиха и др.).



Рис. 3. Устье р. Хара-Мурин. Фото 29 июня 2018 г.

По данным мониторинговых наблюдений, динамика водности за последние 10 лет свидетельствует об общем понижении стока на всех притоках южного и юго-западного побережья.

Изучение особенностей гидрохимических изменений устьевых зон выявило, что в реках южного Байкала кислотно-основные свойства имеют достаточно большую амплитуду колебаний от 6,3 (р. Бабха) до 8,2 (р. Голоустная). В формировании компонентного состава водной среды существенную роль играет антропогенный фактор. Приоритетными загрязнителями являются фосфат-, хлорид-, сульфат- и ионы аммония. Высокие концентрации которых обнаружены в большинстве водотоков. Особенно высокие показатели выявлены в ручье Болотный (сульфаты), р. Ангасолка (хлориды, нитраты, аммоний). Содержание растворенного кислорода в притоках, как и в воде самого озера высокое.

Максимальные концентрации биогенных элементов и органических веществ обнаружены в воде рр. Култучная, Ангасолка и ручья Болотный. В их бассейне расположены населенные пункты (поселки, города), садово-дачные участки, турбазы, промышленные объекты.

Основные источники загрязнения почв – выбросы предприятий и котельных гг. Байкальска, Слюдянки и п. Култук. Практически все источники загряз-

нения расположены в условиях с недостаточной способностью среды к самоочищению. В связи с закрытием Байкальского целлюлозно-бумажного комбината наблюдается улучшение экологической ситуации в г. Байкальск. Выбросы в атмосферу уменьшились в 1,9 раз. В почвах вблизи населенных пунктов Байкальск, Слюдянка и Култук наблюдаются повышенные содержания марганца, хрома, меди, никеля, кобальта, свинца, которые превышают ПДК и ОДК в 1,2-4 раза. Загрязнение носит локальный характер.

Выводы

Анализ полученных данных в устьевых зонах рек, показал, что основным источником поступлений загрязняющих веществ является их перенос с речным стоком. При этом физический перенос многих ингредиентов преобладает над внутрисистемными процессами трансформации. Происходит нарушение стабильности устьевых областей, повышается вероятность возникновения неблагоприятных экологических последствий. Накопление соединений биогенных элементов и приоритетных загрязняющих веществ, приводит к формированию нового антропогенно измененного природного фона.

Высокое содержание органического вещества, слабощелочная и щелочная реакция среды некоторых почв способствуют накоплению тяжелых металлов в почвах устьевых областей притоков, что является депонирующей средой – «геохимическим барьером» – для поступления загрязняющих веществ в оз. Байкал. Вследствие легкого гранулометрического состава почв загрязняющие вещества могут поступать в поверхностные и грунтовые воды.

Снижение общей водности, прекращение паводковой и селевой активности, в последние 50 лет, способствуют возникновению «эффекта коллекторов» - аккумуляции материала и вредных веществ в устьевых зонах.

Литература

[1] *Воробьева И.Б., Напрасникова Е.В., Власова Н.В.* Экологическое состояние юго-западного побережья оз. Байкал при антропогенном воздействии. / Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. 2008. №3(7), С 115-122.

[2] *Синюкович В.Н., Сизова Л.Н., Шимараев М.Н., Курбатова Н.Н.* Особенности современных изменений притока воды в озеро Байкал. / География и природные ресурсы. 2013, № 4, С. 57-63.

S u m m a r y. Monitoring the condition of the estuaries of the rivers with the help of a quadrocopter was proposed along with the traditional methods of monitoring water and soils, which would allow to quickly control the formation of the near-delta accumulative forms before and after the passage of floods and mudflows.

РЕЛИКТОВЫЕ КРИОГЕННЫЕ СТРУКТУРЫ В СОВРЕМЕННОМ ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ ЛЕСНОЙ, ЛЕСОСТЕПНОЙ И СТЕПНОЙ ЗОН ВНЕ ОБЛАСТИ СОВРЕМЕННОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЫ

Г.С. Макунина
МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, gmakunina@yandex.ru

RELIC CRYOGENIC FORMATIONS IN THE MODERN SOIL COVER WITHIN THE FOREST, FOREST-STEPPE AND STEPPE ZONES OUTSIDE THE PRESENT-DAY PERMAFROST AREA

G.S. Makunina
Moscow State University of M.V. Lomonosov, Moscow

Аннотация. На основании опубликованных материалов актуализируется востребованность к изучению распространения в структуре современного почвенного покрова равнин сохранившихся в породах древних форм палеокриогенеза. При дистанционном мониторинге они усложняют фотоизображение мозаичности функциональной полиструктурности лесных, лесостепных и степных ландшафтов. Отражение в гумусовом горизонте современных почв реликтовых форм палеокриогенеза в породах подтверждает системообразующую роль морфолитогенной основы в формировании природных комплексов.
Ключевые слова: ландшафт, почвы равнин, дистанционный мониторинг, палеокриогенные структуры, Европа, Западная Сибирь, Казахстан, Северная Америка.

Введение

Дистанционный мониторинг структуры почвенного покрова и ландшафтов средствами аэрофото- и аэрокосмической съемки поверхности суши подобно эффекту рентгена объекта исследования отражает визуально скрытые, но четко проявляющиеся на фотоизображениях усложнение мозаики в структуре почвенного покрова и организации современных ландшафтов. Видимо это явление способствовало становлению гипотезы полиструктурности и полимасштабности процессов, а также отрицанию роли морфолитогенной основы в формировании целостности географического ландшафта. Однако эта гипотеза не учитывает установленного палеогеографами факта распространения и сохранения в бывших многолетнемерзлых породах равнин разных форм палеокриогенных структур, которые длительное время сохраняются и фиксируются на аэрофотоматериалах в почвенном и растительном покрове при дистанционных исследованиях земной поверхности. Это явление можно назвать шестым природным фактором почвообразования и формирования структуры почвенного покрова, кроме общеизвестных пяти факторов по В.В. Докучаеву – климат, породы, рельеф, растительность, время. Открытие фактора влияния древних палеокриогенных форм на структуру почвенного покрова стало возможным благодаря использованию аэрофотосъемки поверхности суши в регионах распространения в среднем и позднем плейстоцене многолетнемерзлых пород. Гипотеза полиструктурности и полимасштабости неоландшафтоведов [5] не учитывает этот фактор, что во многом искажает информативность и выводы результатов дистанционных наблюдений полиструктурности ландшафтов.

Современная актуальность изучения влияния пород с признаками плейстоценового криогенеза на структуру почвенного покрова лесных, лесостепных

и степных ландшафтов равнин северного полушария определяется экономической ценностью гумусового слоя (гумусосферы) ландшафтов для обеспечения человечества продовольствием, а также как стратегический энергетический ресурс, поддерживающий устойчивость биоты суши. Поэтому очень важно иметь представление об изменениях в структуре гумусового покрова ландшафтов, определяемой древними формами палеокриогенеза. Отсутствие подобных исследований ведет к потере информации при ресурсной оценке освоенности гумусосферы. Изучение проблемы унаследованности в почвенном покрове древних палеоструктур важно для доказательства роли морфолитогенной основы в ландшафтогенезе, а также в теории геохимии ландшафтов, а значит, как опровержение гипотезы неоландшафтоведов об отсутствии такового влияния [5].

Цель данной работы – актуализировать изученность проблемы унаследованности и картографирования в современном почвенном покрове и ландшафтах остаточных палеокриогенных структур в литогенной основе равнин вне области современного распространения многолетнемерзлых пород, что усложняет современную функциональную полиструктурность ландшафтов, наблюдаемую при дистанционных исследованиях поверхности суши. Объект исследования – равнины северного полушария с признаками развития в породах форм плейстоценового криогенеза. Предмет исследования – унаследование в структуре современного почвенного покрова и ландшафтов реликтовых форм палеокриогенеза в породах равнин.

Объекты и методы

Материалом для исследования послужили обзорные работы по палеокриогенному анализу дневной поверхности равнин северного полушария в области распространения реликтов плейстоценовой многолетней мерзлоты в породах. Основанием для проведения палеокриогенного анализа послужили аэрофотоизображения структур древнего криогенеза на дневной поверхности с высоты 200-300 м. В обзоре работ по данной тематике [1, 2, 3, 4], показано, что подобные исследования проводились многими учеными разных стран северного полушария. Были выявлены ключевые участки с разными реликтовыми формами древнего криогенеза в породах и признаки их наследования в структуре почвенного покрова современных ландшафтов, четко выраженное их влияние на усложнение мозаичности аэрофотоизображения ландшафтов. Обзор работ по данной тематике и методика полевого исследования таких ключей подробно изложены в исследованиях И.А. Горбуновой [3, 4], посвященных изучению влияния реликтовых криогенных структур в породах на современный почвенный покров степей Северного и Центрального Казахстана.

Обсуждение результатов

На месте современных ландшафтов лесной, лесостепной и степной зон северного полушария в плейстоцене располагалась область распространения многолетнемерзлых пород. До настоящего времени на равнинах сохранились связанные с ними реликтовые формы палеокриогенного микрорельефа. Первоначально эти древние структуры были выявлены при палеокриогенном анализе аэрофотоснимков с высот 200-300 м. Однако при визуальных наземных иссле-

дованиях этих местоположений этот эффект не обнаруживается. Это позволило нам назвать его «эффектом рентгена». Было отмечено также, что в автономных позициях унаследованный палеокриогенный микрорельеф сохраняется и в современной структуре почвенного и растительного покрова ландшафтов как естественного, так и природно-антропогенного происхождения. При дистанционном мониторинге дневной поверхности суши этот эффект усложняет мозаичность ландшафтов, что затрудняет проведение природных границ ландшафтов. Этот эффект привел многих неоландшафтоведов к выводу об отсутствии в реалии природных ландшафтов как территориальных объектов исследования, а современным предметом ландшафтоведения считать связи процессов и формируемые ими структуры [5]. Это положение неоландшафтоведов противоречит основным принципам учения геохимии ландшафтов и успехам геохимических поисков месторождений. Его также опровергает и выявленный палеогеографами эффект сохранения форм древнего криогенеза в породах плейстоцена с унаследованием их в структуре почвенного покрова современных ландшафтов. Но это явление не учитывается «неоландшафтоведами», изучающими полиструктурность и полимасштабность ландшафтов. Названные обстоятельства определяют методологическую актуальность изучаемой нами проблемы, расширяя знания о происхождении мозаичности функциональной полиструктурности ландшафтов, отчетливо выявляемой при дистанционных исследованиях земной поверхности.

Необходимость изучения отражения древних криогенных структур в современном почвенном покрове и современных ландшафтах обусловлена глобальным масштабом распространения этого явления в северном полушарии. Реликтовые криогенные структуры, являющиеся наследием многолетнего промерзания пород в плейстоцене, на равнинах представлены широким комплексом остаточных криогенных образований [3, 4]. Они распространены в Европе, в Северной Америке, Западной Сибири, Казахстане. Клиновидные формы или системы полигонов встречаются даже на Японских островах [1]. Согласно расчетам А.А. Величко [1, 2] общая площадь плейстоценовой криогенной области северного полушария включает 14 750 тыс. км² в Северной Америке и 21 870 тыс. км² в Евразии. В Европе следы древней мерзлоты обнаруживаются почти до 40°с.ш., в Северной Америке – до 35°с.ш. в Казахстане граница сплошной криолитозоны проводится до 47°с.ш., а островная мерзлота распространяется до предгорий Тянь-Шаня [3, 4].

Наличие остаточного палеокриогенного микрорельефа и реликтовой криогенной морфоскульптуры описано в многочисленных работах по Западной и Восточной Европе [3, 4]. Для большинства стран северного полушария были составлены карты распространения реликтовых мерзлотных структур микрорельефа. Первая схема распространения реликтового мерзлотного микрорельефа на Русской равнине была опубликована АА Величко в 1965 г. Только на Русской равнине ключевых объектов с проявлением структурных форм палеокриогенеза насчитывается более 200 [1]. В основе полигональных образований лежат древние трещинно-полигональные решетки. Видимые на аэрофотоснимках следы былой мерзлоты в породах на современной дневной поверхности не вы-

ражены. Но на аэрофотоснимках хорошо видны крупные блоки, пологовыпуклые поля и заболоченные западины, поросшие кустарником, бугристо-западинный микрорельеф [1]. Участки крупноблочного рельефа имеют размеры от 5 до 20 м в поперечнике. Превышения центров блоков над днищами западин достигают 2-х и более метров. По Горбуновой [4] размеры реликтовых полигонов в Казахстане колеблются от 2-5 м до многих десятков метров. Выраженные в ландшафтах крупные древние полигональные структуры наиболее типичны для Западносибирской равнины. При аэровизуальных наблюдениях присутствие криогенных структур в почвенном покрове распознается по плотности проективного покрытия посевов, по смытости почв с поверхности полигонов и накоплению смываемого материала в понижениях по граням полигональных форм. Полигональные образования способствуют также развитию овражной сети, заложенной по системам морозобойных трещин и граням полигонов. Таким образом, на территории развития в плейстоцене многолетней мерзлоты весьма четко прослеживается влияние этого фактора на современное почвообразование и развитие почвенных структур. Этот фактор назван нами «шестым фактором почвообразования», пять факторов общеизвестны по работам В.В. Докучаева. «Шестой фактор» почвообразования стал доступен изучению с появлением аэрофоизображений поверхности суши, но этот фактор не учитывается «неоландшафтоведами» при изучении функциональной полиструктурности и полимасштабности процессов в ландшафтах и ведет к потере информации. Таким образом, одной из причин комплексности почвенного покрова являются как современные, так и реликтовые криогенные процессы, поэтому можно говорить о преемственности древних криогенных и современных процессов [3]. Явление унаследованности в современных ландшафтах реликтовых форм палеокриогенеза имеет огромное значение для дешифрирования дистанционного мониторинга полиструктурности и полимасштабности ландшафтов, соответственно и для переосмысливания основанных на них прежних выводов.

Выводы

Изучение проблемы унаследования в структуре современного почвенного покрова и современных ландшафтов реликтовых форм плейстоценовой многолетней мерзлоты позволяет сделать ряд значимых как для почвоведения, так и теории ландшафтогенеза выводов:

1. Унаследование в структуре почвенного покрова равнин северного полушария сохранившихся в породах форм плейстоценового криогенеза позволяет нам говорить о влиянии на этот процесс древней многолетней мерзлоты как «шестом факторе почвообразования и формирования почвенного покрова» (после общепринятых пяти факторов по Докучаеву – климат, породы, рельеф, растительность, время).

2. Местами унаследованные в почвенном покрове, соответственно в гумусовом слое ландшафтов (гумусосфере), палеокриогенные структуры в морфолитогенном основании осложняют полиструктурность и полимасштабность современных ландшафтов этих местоположений, что следует обязательно учитывать при проведении дистанционных исследований.

3. Наследование в современном почвенном покрове структур древнего палеокриогенеза еще раз подтверждает чрезвычайно важную роль влияния морфолитогенной основы как системообразующей составляющей на другие компоненты природного комплекса. Явление наследования палеокриогенных структур пород в современном почвенном покрове подтверждает также фундаментальность теории геохимии ландшафтов, а также эффективности геохимических поисков месторождений по вторичным ореолам рассеяния химических элементов. Названные выше положения опровергают утверждение «неоладшафтоведов» об отсутствии влияния на свойства компонентов ландшафта его морфолитогенной основы.

Литература

[1] *Бердников В.В.* Древний холод. – М.: Мысль, 1983. – 157 с.
[2] *Величко А.В., Морозова Т.В., Нечаева В.П., Порожникова О.М.* Палеокриогенез, почвенный покров и земледелие. – М.: Наука, 1966. – 150 с.
[3] *Горбунова И.А.* Криогенез почв степной зоны Казахстана. – Автореф. дисс. канд. геогр. наук. – Москва, 1985. – 20 с.
[4] *Горбунова И.А.* Реликтовые криогенные структуры Северного и Центрального Казахстана и их влияние на современный почвенный покров. / Региональные проблемы экологии, географии и картографии почв. – Смоленск: Ойкумена, 1998. – С. 176-188.
[5] *Хорошев А.В*. К дискуссии о неоландшафтоведении: детерминированность, полимасштабность, полиструктурность. / Известия РГО. 2014. Т. 146. Вып. 4. – С. 58-69.

S u m m a r y. Published materials evidence the actual need for studying the spatial distribution of ancient paleocryogenic forms within the modern soil cover structure. In the process of remote sensing they complicate the image of functionally polystructural forest, forest-steppe and steppe landscapes. Expression of ancient paleocryogenic forms in the humus horizon of modern soils proves the system-forming role of morpholithogenic basis for the evolution of natural complexes.

ЗАВИСИМОСТЬ ДЕСТРУКТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ В РУСЛЕ РЕКИ, В ТОМ ЧИСЛЕ НА ПОВОРОТЕ, ОТ ЧИСЛА РЕЙНОЛЬДСА[1]

О.Я. Масликова*, В.К. Дебольский*, И.И. Грицук*,**,***, Е.Н. Долгополова*, Д.Н. Ионов*

**Институт водных проблем РАН, г. Москва, oksana68@mail.ru*
***РУДН, Москва,*
***Российский Университет дружбы народов, г. Москва, Россия*
****Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Россия*

THE DEPENDENCE OF DESTRUCTIVE PROCESSES IN THE RIVERBED,

[1] Работа выполнена в рамках темы № 0147-2019-0001 (№ государственной регистрации АААА-А18-118022090056-0) Государственного задания ИВП РАН и при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект №18-05-00178)

INCLUDING IN THE TURN, FROM THE NUMBER OF REYNOLDS

O.Ya. Maslikova[*], V.K. Debolsky[*], I.I. Gritsuk[*,**,***], E.N. Dolgopolova[*], D.N. Ionov[*]

[*] *Russian Academy of Sciences Water Problems Institute, Moscow*

[**] *Peoples' Friendship University of Russia, Moscow*

[***] *Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), Moscow*

Аннотация. В речном потоке на повороте русла всегда появляются поперечные составляющие, и всё движение приобретает винтообразный характер. В зимних условиях геометрия потока изменяется за счет сужения вследствие намерзания русла и/или возникновения заторов. В лабораторных условиях исследовался характер распределения скоростей и образования вихрей на установке, создающей закругленные потоки. Показано, что при критических числах Рейнольдса в закругленном потоке у внутреннего берега возникает вихревое противотечение.

Ключевые слова поворот русла, противотечения, вихри, зимние условия, эрозия почв.

Введение

В современной литературе встречается немного моделей, связанных с движением потока на повороте русла. Среди них можно отметить как основанные на наблюдениях [1, 2], так и физически обоснованные [5] модели эрозии берегов. Для прогнозирования долгосрочного поведения извилистых рек могут быть эффективными модели [4, 6, 7]. В [3] была создана эмпирическая модель анализа влияния изменения флуктуаций расхода на изменения геометрии меандра реки. Эта модель была построена с учетом функций седиментации и размыва. Было показано, что процесс эрозии является доминирующим в процессе переформирования берегов меандрирующего потока.

В условиях криолитозоны к известным процессам добавляется сезонное протаивание-промерзание, а также (в разное время) заторы из шуги и льда, что неизбежно вызывает стеснение русла реки, особенно на повороте. В результате стеснения русла скорость потока (число Рейнольдса) возрастает. Работ такой направленности в литературе не встречается.

В гидравлической лаборатории РУДН на установке, имитирующей движение воды на повороте русла, были проведены эксперименты по определению степени и характера размыва береговых склонов при увеличении скорости потока.

Вихри, вызванные отрывом понранслоя на повороте русла

Поворот вызывает перераспределение скоростей по ширине и вертикалям живого сечения [8]. При закруглении потока линии тока упираются во внешний берег, усиливают друг друга и таким образом скорость на стрежне увеличивается. По закону Бернулли расход остаётся прежним, и, как следствие, у противоположного, внутреннего берега возникают противотечения, которые возрастают с возрастанием числе Рейнольдса.

При возрастании скорости потока движение на закруглении можно считать обтеканием препятствия, считая препятствием внутренний, выпуклый берег. В этом случае геометрия потока изменяется, и трехмерное поле скоростей выглядит сложным образом.

Образование турбулентного следа обычно бывает связано с тормозящим действием отрицательного продольного градиента давления в обтекающем потоке [10]. На рисунке 1 схематически показано обтекание прямого круглого цилиндра потоком без циркуляции, перпендикулярным к оси цилиндра.

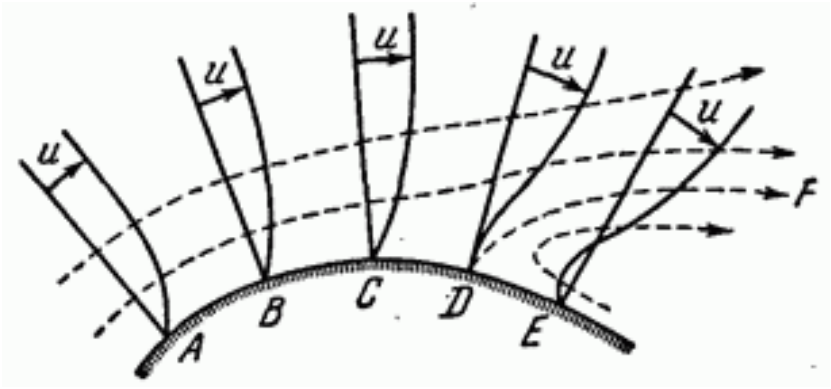


Рис. 1. Схематическая форма линий тока (пунктир) и профилей скорости (сплошные линии) над различными точками при обтекании прямого цилиндра.

Образующийся у поверхности тела за точкой D возвратный поток оттесняет внешнее течение от поверхности цилиндра – происходит отрыв пограничного слоя от обтекаемой поверхности с образованием в жидкости поверхности раздела DF. Если даже пограничный слой до отрыва был ламинарным, то после отрыва он ведет себя как свободная струя в затопленном пространстве и быстро становится турбулентным (при заметно меньших Re, чем не отрывавшийся пограничный слой, так как наличие стенки действует на течение стабилизирующим образом). Поверхность раздела DF, являющаяся поверхностью тангенциального разрыва скорости, весьма неустойчива и быстро свертывается в один или несколько вихрей. В области FDE за поверхностью раздела около цилиндра образуется крупный вихрь; второй такой же вихрь образуется в нижней части цилиндра. Эти вихри попеременно отрываются от поверхности цилиндра, уносятся вниз по течению и постепенно рассеиваются; на их месте образуются новые вихри.

В результате за телом образуется турбулентный след, в котором движение является завихренным, в то время как вне этого следа и вне пограничного слоя движение является безвихревым (т.е. потенциальным). Ясно, что область завихренного турбулентного движения вдали от поверхности тела может возникнуть только при выходе линий тока из пограничного слоя наружу, т. е. лишь в связи с непосредственным перемещением жидкости из пограничного слоя в удаленные части пространства.

В [9] было показано, что в областях торможения потока происходит отрыв пограничного слоя и образование вихрей. Вихри под действием модифицированной силы Жуковского поднимаются вверх, на порядок увеличивая интенсивность массообмена.

Объекты и методы

Были проведены эксперименты по определению размыва внутреннего и внешнего берегов в круговом лотке (внутренний радиус закругления 35 см,

внешний радиус закругления 75 см). Органические примеси, содержащиеся в материале (песке) позволили визуализировать поверхностную эпюру скорости участка потока (рис. 2).

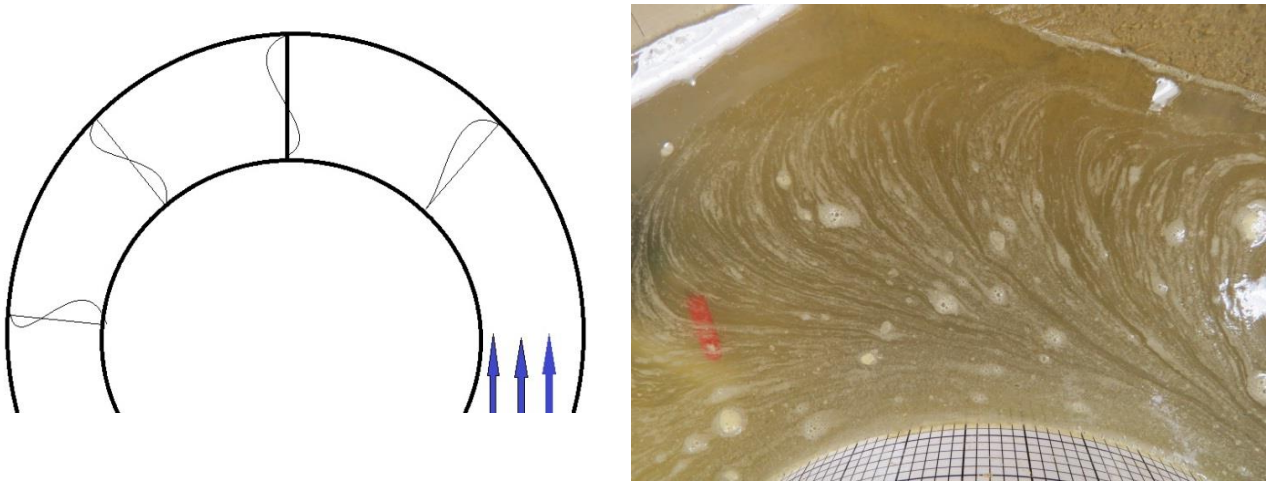


Рис. 2**.** Эпюры поверхности скорости в потоке на закруглении (в круговом лотке).

Даже при неизменной скорости подачи воды в лотке при небольшом стеснении русла, которое в природных условиях возникает вследствие заторов и зажоров, скорость на рассматриваемом участке увеличивалась. У внутренней границы потока наблюдалось противотечение с образованием единичных вихрей. После удаления воды (рис. 3) было видно, что воздействие потока на разные склоны неодинаково – на внешнем, вогнутом склоне при скорости потока выше критической образовались выраженные гряды, тогда как на внутреннем склоне гряды не образовались, что означает, что скорости на внутреннем склоне были достаточными для размыва, но недостаточными для образования гряд. Нижняя часть внутреннего (окрашенного) склона размылась больше, чем верхняя, что свидетельствует об увеличении модуля скорости с постоянным градиентом от поверхности ко дну на этом участке. Всё это позволяет сделать вывод о характере распределения скоростей в закругленном потоке.



Рис. 3. Вид русла до начала эксперимента и после.

Заключение

Поперечные циркуляции, вихревые движения играют большую роль в транспортировании наносов и формировании речных русел.

В [8] были приведены формулы, описывающие скорости на поверхности закругленного водотока и применимые в случае ламинарного течения. В случае увеличения числа Рейнольдса и образования вихревого движения и противотечений у внутреннего склона задача требует дальнейших исследований и проработки.

Литература

[1] *Ikeda S, Nishimura T.* Flow and bed profile in meandering sand-silt rivers / Journal of Hydraulic Engineering 112(7), 1986. pp. 562-579.

[2] *Ikeda S, Parker G, Sawai K.*. Bend theory of river meanders. / Linear development. Journal of Fluid Mechanics 112, 1981pp. 363-377.

[3] *Kuntjoro, M. Bisri, A. Masrevaniah, A.Suharyanto.* Modeling of discharge fluctuation influence on river meandering geometry change. / International Journal of Academic Research Part A; 4(6), 2012. pp. 189-196.

[4] *Lancaster ST, Bras RL.* A simple model of river meandering and its comparison to natural channels / Hydrological Processes 16(1), 2002. pp. 1-26.

[5] *Osman MA, Thorne CR.* Riverbank stability analysis. / I: Theory. Journal of Hydraulic Engineering 114(2), 1988. pp. 134-150.

[6] *Parker G, Andrews ED.* On the time development of meander bends. Journal of Fluid Mechanics 162: 1986. Pp 139-156.

[7] *Sun T, Meakin P, Jossang T, Schwarz K.* A simulation model for meandering rivers. / Water Resources Research 32, 1996. pp. 2937-2954.

[8] *Масликова О.Я., Дебольский В.К., Грицук И.И., Долгополова Е.Н., Ионов Д.Н.* Лабораторное исследование движения потоков, протекающих в криолитозоне, на закруглении. / География: развитие науки и образования: коллективная монография по материалам Международной научно-практической конференции LXXI Герценовские чтения. Санкт-Петербург: Издательство РГПУ им. А.И. Герцена, 2018. Т.I. С. 334-338.

[9] *Мельникова О.Н., Петров В.П., Масликова О.Я.* Экспериментальное исследование массообмена в придонном слое открытого потока со стационарными волнами. / Вестник МГУ, сер. 3. Физика. Астрономия, 1994, Т. 35, №5. С. 59-66.

[10] *Монин А.С., Яглом А.М.* Статистическая гидромеханика. Механика турбулентности, часть I. М.: «Наука», главная редакция физико-математической литературы, 1965. 640 с.

S u m m a r y. In the river flow at the turn of the channel, transverse components always appear, and the whole movement acquires a helical character. In winter conditions, the flow geometry changes due to narrowing because of the freezing of the channel and/or congestion. Under laboratory conditions, the nature of the distribution of velocities and the formation of vortices on the installation creating rounded flows was investigated. It has been shown that, at critical Reynolds numbers, a vortex countercurrent occurs in a rounded flow at the inner shore.

ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ БАЛТИКИ В ПЕРИОД 1975-2017 ГГ.

Г.С. Михневич*, В.М. Лосева**
*БФУ им. И. Канта, г. Калининград, *mi78galina@mail.ru, **vasilisaloseva633@gmail.com*

CHANGE OF HYDROMETEOROLOGICAL CONDITIONS OF THE SOUTH-EASTERN BALTIC IN 1975-2017

G.S. Mikhnevich, V.M. Loseva
Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad

Аннотация. В работе рассмотрено изменение некоторых гидрометеорологических величин (температура воздуха, температура и соленость прибрежных вод, скорость ветра и высота волн) в период с 1975 по 2017 гг. Установлены многолетние тенденции изменчивости гидрометеорологических характеристик. Проведена корреляция выявленных изменений с индексом Северо-Атлантического колебания и индексами других атмосферных колебаний – Восточно-Атлантического и колебания Восточная Атлантика/Западная Россия.
Ключевые слова: Северо-Атлантическое колебание, Балтийское море, гидрометеорологические условия.

Введение

Северо-Атлантическое колебание (САК) является одной из важнейших характеристик крупномасштабной циркуляции атмосферы в Северном полушарии [2, 3]. Сущность САК заключается в перераспределении атмосферных масс между Арктикой и субтропической Атлантикой, при этом переход из одной фазы САК в другую вызывает большие изменения в поле ветра, переносах тепла и влаги, в интенсивности, количестве и траекториях штормов и т.д.

Северо-Атлантическое колебание является значимым, но не единственным фактором, контролирующим зональный или меридиональный тип циркуляции атмосферы. В северном полушарии, кроме Северо-Атлантического колебания, выделены несколько основных систем дальних связей (так называемых телеконнекций), а именно Восточно-Атлантическое колебание (ВАК) и колебание Восточная Атлантика – Западная Россия (ВА/ЗРК) [3, 6]. Как показывают исследования [3, 7], для САК характерна хорошая корреляция между значениями его индексов и штормовой активностью, температурой воздуха, параметрами вод Балтики и т.д., при этом сопряженность изменений различных параметров и индексов других колебаний обсуждается нечасто. В связи с этим целью работы явилось установление взаимосвязи между изменчивостью различных атмосферных колебаний и метеорологическими величинами.

Объекты и методы

В работе использованы данные Единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО), а именно: прибрежные массивы среднемесячных значений температуры воздуха, температуры воды, скорости ветра; высот волн; солености воды [1]; данные среднемесячных значений температуры воздуха системы АИСОРИ [4]. Значения индексов Северо-Атлантического, Восточно-Атлантического колебания и колебания Восточная Атлантика - Западная Россия взяты с сайта NOAA [5].

Для установления связей между индексами атмосферных колебаний и гидрометеорологическими величинами использовался корреляционный анализ, дающий возможность установить, ассоциированы ли наборы данных по величине, то есть, большие значения из одного набора данных связаны с большими значениями другого набора (положительная корреляция), или, наоборот, малые значения одного набора связаны с большими значениями другого (отрицательная корреляция), или данные двух диапазонов не связаны (нулевая корреляция).

Корреляционная связь – это связь, где воздействие отдельных факторов проявляется только как тенденция при массовом наблюдении фактических данных. Для оценки степени взаимосвязанности использовалась общая классификация корреляционных связей:

1) сильная, или тесная при коэффициенте корреляции $r > 0,70$;
2) средняя при $0,50 < r < 0,69$;
3) умеренная при $0,30 < r < 0,49$;
4) слабая при $0,20 < r < 0,29$;
5) очень слабая при $r < 0,19$.

Обсуждение результатов

В Юго-Восточной Балтике для периода исследования наблюдается рост **температуры воздуха**. Темпы роста были наиболее велики в конце 70-х – начале 90-х гг. XX века и достигали для зимних температур значений 3°/10 лет (Клайпеда, Нида). Рост температур замедлился с середины 90-хх гг. и для периода 1970-х – 2010-х гг. темпы составили 0,4-0,6°/10 лет для зимнего сезона и до 0,3°/10 лет для среднегодового показателя.

Выявлена хорошая корреляция между показателем индекса САК и температурой воздуха в зимний сезон (r=0,5-0,7). Для 30-летних рядов данных (1977-2006 гг.), связь средней интенсивности наблюдалась для пунктов Калининград, Балтийск, Пионерск (r=0,46-0,49); для периода 1977-1991 гг. установлена более тесная связь (r=0,75-0,76) (пункты Краснофлотское, Клайпеда, Лиепая, Нида-море). В летний сезон взаимосвязь слабая (максимально 0,3 для 15-летних рядов наблюдения) или практически отсутствует (r=0,03-0,05 для 30-летних рядов). Корреляция температуры воздуха и индексов ВА и ВА/ЗРК нулевая.

Для **температуры прибрежных вод** Юго-Восточной Балтики наибольшие темпы роста отмечались в летний период (до 0,6°/10 лет), среднегодовые температуры увеличивались со скоростью от 0,2°/10 лет (Балтийск) до 0,4º/10 лет (Калининград), при этом рост был более интенсивным в конце 70-х – начале 90-х гг. XX века.

Корреляция между индексом САК и температурой воды ожидаемо высока в зимний период для 15-тилетних наблюдений (r=0,64-0,7 – Вентспилс, Лиепая, Клайпеда, Нида), менее выражена для периода 1977-2013 гг. (r=0,33-0,52). Летом связь между значением САК и температурой воды очень слабая ($r<0,2$). Температура прибрежных вод в юго-восточной Балтике слабо коррелирует с индексом ВАК и ВА/ЗРК в зимний период ($r<0,25$). Летние значения температуры воды и индекс САК связаны слабо (r=0,1-0,2) для 40-летних наблюдений

(Калининград, Пионерск, Балтийск, Краснофлотское); для периода 1977-1996 гг. (Нида, Клайпеда, Лиепая) связь очень слабая отрицательная.

Значения **солености** прибрежных вод уменьшаются с одинаковыми скоростями в летний, зимний сезоны и за год – около 0,25‰/10 лет. Распреснение в конце 70-х – начале 90-х гг. XX века было более интенсивным (до -0,63‰/10 лет).

Показатели солености воды имеют слабую положительную корреляцию с индексом САК летом (r=0,19-0,29), отрицательная корреляция наблюдается зимой (r=-0,1…-0,5). Корреляция солености и индекса ВАК зимой преимущественно очень слабая отрицательная (r=-0,1), летом нулевая для 15-тилетних рядов (Клапеда, Нида, Лиепая) и слабая отрицательная для 40-летних (r=-0,15…-0,34) (Пионерск, Балтийск, Краснофлотское). Связь между соленостью и ВА/ЗРК слабая и очень слабая отрицательная зимой и слабая положительная летом (r=1,9-2,6).

Анализируя характер изменения **скорости ветра** на 30-летних рядах наблюдения (1977-2014 гг.), отмечается уменьшение ее показателей в январе, июле и среднегодовых значений. На станциях ЮВ Балтики зимние темпы уменьшения скорости ветра менее значительны (-0,31...-0,61 м/с /10 лет), чем летние (-0,37 … -0,65 м/с /10 лет). Среднегодовые значения скорости ветра убывают близкими темпами (-0,2 … -0,3 м/с /10 лет) на всех станциях, кроме Краснофлотского (-0,52/10 лет).

Хорошая взаимосвязь наблюдается зимой между **с**коростью ветра и индексом САК (r=0,35-0,57, пункты Калининград, Балтийск, Краснофлотское); летом связь отсутствует. Связь между ВАК и скоростью ветра зимой нулевая или очень слабая положительная зимой и слабая и очень слабая отрицательная летом. Связь ВАК/ЗРК и скорости ветра практически нулевая летом и слабая зимой (r=0,14-0,24).

Вслед за уменьшением скорости ветра закономерно уменьшается и средняя **высота волн** до -0,06 м/10 лет (Балтийск), причем в период до середины 90-х гг. наблюдался слабый рост высоты волн, а в последующие годы интенсивное их уменьшение.

Слабая и умеренная связь наблюдалась между индексом САК и **высотой волн** зимой (r=0,24-0,48); летом связь отсутствует. Связь с ВАК нулевая (зима) или очень слабая отрицательная (лето). Обратная ситуация наблюдается для индекса ВА/ЗРК: зимой прослеживается слабая или очень слабая положительная корреляция индекса ВА/ЗРК и высоты волн (до 0,31), летом – нулевая.

Выводы

На протяжении последней четверти XX века, и в началеXXI века наблюдаются значительные изменения гидрометеорологических величин, хорошо увязывающиеся с изменением значений индекса САК. Положительная фаза САК, наиболее хорошо проявлявшаяся в период с 1977 по 1996 гг., вызывает интенсификацию западного воздушного переноса, увеличение количества штормов и ураганов над Северным морем, Северной Европой и Балтийским морем: эти регионы отличаются более мягкими и влажными погодными усло-

виями в сравнении со средними климатическими показателями. Корреляционная связь между САК и метеопараметрами наиболее сильна именно в положительную фазу САК. Рост индекса САК в значительной мере приводит к опреснению прибрежных вод, увеличению скорости ветра, высоты волн, температуры воздуха и прибрежных вод, особенно активно проявляющихся в зимний период.

Для более длинных рядов наблюдения (с 1977 по 2013 гг.) корреляция становится менее тесной. С конца 90-х гг. происходит ослабление роста температуры воздуха и прибрежных вод, уменьшение скорости ветра, высоты волн. Вероятно, это может являться следствием перехода САК к отрицательной фазе с 1996 г., сопровождающейся ослаблением зонального и увеличением меридионального атмосферного переноса; в то же время индекс ВАК принял значения устойчиво большие индекса САК и вошел в положительную фазу. В конце 20 - начале 21 века колебание ВА/ЗРК входит в отрицательную фазу. Однако явной связи между значениями гидрометеорологических величин и индексами ВАК и ВА/ЗРК не наблюдается.

Литература

[1] Единая государственная система информации об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО). URL: http://esimo.ru (дата обращения 12.03.2019)

[2] *Киктев Д.Б., Круглова Е.Н., Куликова И.А.* Крупномасштабные моды атмосферной изменчивости**.** URL: http://seakc.meteoinfo.ru/training/volatility (дата обращения 3.04.2018)

[3] *Нестеров Е.С.* Североатлантическое колебание: атмосфера и океан. М.: Триада, лтд, 2013. 144 с.

[4] Специализированные массивы для климатических исследований. URL: http://aisori-m.meteo.ru/waisori/ (дата обращения 8.05.2018)

[5] Climate Indices: Monthly Atmospheric and Ocean Time-Series URL: https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/climateindices/list/ (дата обращения 21.03.2019)

[6] Northern hemisphere teleconnections patterns
URL:https://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/telecontents.shtml
(дата обращения 21.03.2019)

[7] Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin. Regional Climate Studies. Springer, 2014. 501 p.

S u m m a r y. The paper considers the change in some hydrometeorological variables (air temperature, temperature and salinity of coastal waters, wind speed and wave height) in 1950-2017. Long-term trends in the variability of hydrometeorological characteristics were established. A correlation was made between the identified changes and the index of the North Atlantic Oscillation and the indices of other atmospheric Oscillations – East Atlantic (EA) and East Atlantic/West Russian (EA/WR).

АРХЕОЛОГИЧЕСКОЕ ПОЧВОВЕДЕНИЕ: СТАНОВЛЕНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Л.С. Песочина
ИФХиБПП РАН, г. Пущино, LSPesch@rambler.ru

ARCHAEOLOGICAL SOIL SCIENCE: FORMATION, PROBLEMS AND PROSPECTS OF THE DEVELOPMENT

L.S. Pesochina
Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science RAS, Pushchino

Аннотация. Большой вклад в интеграцию почвоведения и археологии сделан В.А. Демкиным, который активно в течение 40 лет осуществлял палеопочвенные исследования археологических памятников, был одним из создателей археологического почвоведения. Осуществлена оценка состояния археологического почвоведения, выявлены проблемы и возможности их решения для дальнейшего успешного развития этого научного направления.
Ключевые слова:археологическое почвоведение, курганы, степь, голоцен.

Введение

Палеопочвенные исследования стали неотъемлемой частью комплексного изучения археологических памятников. Большой вклад в интеграцию почвоведения и археологии сделан В.А. Демкиным, который активно в течение 40 лет осуществлял палеопочвенные исследования археологических памятников, был одним из создателей археологического почвоведения. Волго-Донские степи, послужившие ему полигоном становления и развития археологического почвоведения, стали эталоном по объему полученного материала и степени его изученности, позволившим осуществить уникальную пространственно-временную детализацию особенностей голоценового педогенеза и выявить закономерности динамики палеоэкологических условий в древности и средневековье. К сожалению, уже 5 лет, как его нет с нами. Поэтому актуальной задачей является оценка состояния этого направления, выявление проблем, пути и возможности их решения для дальнейшего успешного развития археологического почвоведения.

Обсуждение результатов

Базой создания нового научного направления послужили объекты исследования, наиболее важными из которых являются многочисленные курганы, хранящие в профилях погребенных почв неоценимую и крайне важную информацию о состоянии ландшафтов прошлого, «расшифровка» которой необходима одновременно для трех областей знания: почвоведения, археологии и палеогеографии [2].

Оценивая информативность отдельных археологических памятников В.Н. Демкин отмечал, что получаемая информация при изучении древних поселений, стоянок, городищ, приуроченных, как правило, к водным источникам, территориально весьма ограничена. Курганы же встречаются в пределах различных элементов рельефа и количество их несоизмеримо превосходит число стационарных поселений, что обеспечивает совершенно другие возможности [3].

К сожалению, в последнее время приоритетом исследований становятся поселенческие археологические памятники [1], а курганы в большом количестве бесследно исчезают из-за варварского отношения (распашка, черные копа-

тели, процессы береговой эрозии и др.) вместе с очень важной неполученной информацией.

Отметим основные события, которые способствовали формированию и развитию археологического почвоведения. В 70-80-ые годы в связи с масштабными планами гидротехнического строительства и реконструкции оросительных систем в степной и сухостепной зонах страны, принятием законодательства об охране археологических памятников, активно начались новостроечные работы, сопровождавщиеся массовыми археологическими раскопками. Были созданы оптимальные условия для проведения экспедиционных работ в системе АН СССР (достаточное финансирование, создание базы экспедиционных машин, наличие специалистов и регулярное поступление выпускников ВУЗов в коллективы Институтов АН СССР). А защита докторской В.П. Золотуном в 1974 году явилась триггерным механизмом широкомасштабных почвенно-археологических исследований в степной зоне страны. Автореферат его диссертации, в котором фиксировалась существенная динамика процессов педогенеза и природных условий на протяжении голоцена, взбудоражил любопытство научного сообщества [5]. Пионером почвенно-археологических работ этого периода стал И.В. Иванов. Им совместно с археологом Л.Л. Галкиным уже в 1975 г. впервые в Северном Прикаспии были изучены подкурганные палеопочвы. Летом 1976 г. в ИАП АН СССР выехали в поле уже два отряда - один в Волгоградскую область, другой – в Ростовскую.

С 1978 г. почвенно-археологические работы начали сотрудники географического факультета МГУ (А.Н. Геннадиев, Ставропольский край, Астраханская область,), Института географии АН СССР (А.Л. Александровский, ЦЧО: Курская область), почвоведы ВГУ (Б.П. и А.Б. Ахтырцевы, Террасы Дона, Воронежа, Битюга) и др. В последующие годы почвенно-археологическими исследованиями были охвачены многие регионы страны: Северное Причерноморье и Приазовье (В.П. Золотун, И.В. Иванов, Л.С. Песочина, Н.П. Герасименко, Ф.Н. Лисецкий и др.), Среднерусское Черноземье (Б.П. и А.Б. Ахтырцевы, А.Л. Александровский, Ю.Г. Чендев), Предкавказье (А.Н. Геннадиев, А.Л. Александровский), Нижнее Поволжье и Прикаспий (И.В. Иванов, В.А. Демкин, А.Н. Геннадиев, Т.А. Пузанова, А.Л. Александровский, С.В. Губин и др.). Большой вклад в становление археологического почвоведения был сделан И.В. Ивановым. В этот период им проведены полевые экспедиционные исследования на юге Украины, Поволжье, Северном Казахстане. Итогом стала защита докторской диссертации и опубликование монографии «Эволюция почв степной зоны в голоцене» в 1992 году [6].

Большинство коллективов осуществляла исследования периодически (эпизодически), иногда с большими перерывами или вообще уходила от этой тематики. Исследования же в Волгоградской области проводились регулярно, благодаря организационным способностям В.А. Демкина. Совместно с археологами обсуждались перспективы научных исследований, планы их реализации, регулярно организовывались и проводились совместные экспедиции, готовились и издавались научные работы, что способствовало высокой продуктивности и масштабности почвенно-археологических работ. В итоге в конце 80-х

гг. было выделено самостоятельное междисциплинарное научное направление – археологическое почвоведение и разработаны его методические и теоретические основы [2].

Успех проведения палеопочвенных исследований определялся также набором используемых методов. В первой половине 90-х годов для более глубокого анализа палеопочв были привлечены два уникальных метода: 1-метод геохимии стабильных изотопов углерода и кислорода (Я.Г. Рысков, С.А. Олейник) и 2- микробиологический метод оценки пространственно-временной изменчивости эколого-трофической структуры микробного сообщества (Т.С. Демкина).

Почвенно-археологические исследования стали ведущим научным направлением в ИФХиБПП РАН. Многие сотрудники различных подразделений Института проводили работы, связанные с изучением палеопочв археологических памятников. В 2004 г. в Институте была организована лаборатория археологического почвоведения (зав. проф. В.А. Демкин), в настоящее время - руководитель к.б.н. А.В. Борисов.

Оценивая вклад сотрудников ИФХиБПП РАН в становлении и развитии археологического почвоведения, В.А. Демкин констатировал признание Института в качестве Alma Mater этого нового научного направления [4].

Основное внимание при почвенно-археологических исследованиях уделялось вопросам истории почвообразования в связи с пространственно-временной изменчивостью факторов природной среды. Для многих природных районов предложены концептуальные модели голоценовой эволюции почв, установлены направленность и скорость миграции солей, гипса, карбонатов, определены закономерности протекания процессов солонце- и гумусообразования, текстурной дифференциации профиля. Сравнительно в меньшей степени разработаны вопросы географии палеопочв в различные исторические эпохи, что требует весьма обширного фактического материала.

Палеоэкологические реконструкции дали возможность судить об особенностях климатических условий в тот или иной исторический период, выявить палеоэкологические кризисы и оптимумы, что, в свою очередь, позволило оценить роль окружающей среды в жизни древних сообществ, а также провести корреляцию природных и исторических процессов и событий.

На методической базе почвоведения выявлены новые стратиграфические особенности погребальных памятников, восстановлены технологические приемы их сооружения и исходная архитектура, получена новая информация и уточнены существующие представления о некоторых атрибутах погребального обряда (состав погребальной пищи в глиняных сосудах с помощью фосфатного метода).

Степень разработки отдельных проблем и разделов археологического почвоведения не одинакова. К числу наиболее изученных можно отнести *генетико-эволюционные* закономерности степного почвообразования, вопросы *истории развития природной среды* в семиаридных и аридных областях Евразии, вопросы *экологии древнего человека*. С помощью почвенных методов и данных решается ряд этноархеологических проблем (вопросы хозяйственной занятости

и погребально-ритуальной обрядности древнего населения, стратиграфии, хронологии и технологии сооружения памятников, определения количества домашних и диких животных и др.).

Полученные на сегодняшний день данные о закономерностях голоценовой динамики климата, почвенно-растительного покрова в степях Евразии нередко неоднозначны и даже противоречивы, одной из причин этого могут быть используемые датировки. В частности, удревнение полтавкинской культуры в результате калибровки противоречит палеогеографическим условиям, в которых развивалась почва (каштановидная почва, сформированная в резко аридных условиях, которые существовали только на рубеже III-II тыс. до н.э.) [4]. Поэтому важным направлением исследований следует считать корреляцию результатов археологического и радиоуглеродного датирования, сопоставление калиброванных и некалиброванных дат, учет ряда эффектов, искажающих реальный возраст объектов (фракционирование, резервуарный эффект и др.) и интеграцию с новым научным направлением – астрономической хронологией геосферных процессов [7].

Для дальнейшего успешного развития археологического почвоведения необходимо сосредоточиться на следующих задачах:

Объединение усилий научного сообщества – создание единого координационного центра в виде подкомиссии археологического почвоведения в структуре комиссии по палеопочвоведению ДОП с привлечением региональных кураторов (почвоведов и археологов).

Оформление законодательно статуса археологических памятников как памятников истории развития природы, что позволит получить финансирование палеопочвенных работ, координировать совместную работу с археологами (выбор объектов, постановка задач, обсуждение объема работ и ожидаемых результатов), а в результате сохранить информации о природных условиях прошлого.

Стандартизация выполнения полевых и химико-аналитических работ (глубина почвенного профиля должна быть не менее 2-х м, достаточная повторность, отбор образцов по профилю осуществляется с шагом 10 см, поскольку при традиционном отборе только по генетическим горизонтам, теряется много информации для солевых, карбонатных и гумусовых профилей, правильный отбор и сохранность проб для микробиологического, изотопного анализов и др. Применение высокотехнологических методов исследования палеопочв (микробиологических, изотопных, геохимических, микроморфологических и др.).

Использование астрономической шкалы хронологии разнопериодной динамики геосистем (климата) в голоцене. Фиксирование интегрального воздействия разнопериодной ритмичности с формированием резонансных проявлений в природной среде в виде катастрофических проявлений (экстремумы изменчивости климата).

Активное использование математического аппарата при реконструкционных работах, количественные оценки (модели) развития процессов почвообразования и изменчивости климата, выявление фазы, амплитуды, периода трендов

эволюционного развития почв отдельных хроносрезов. Разработка и создание электронной базы данных для сохранения уникальных данных. Подготовка кадров в ВУЗах (разработка учебных курсов, издание учебников, полевые практики).

Выводы

В заключение отметим задачи, которые, по мнению В.А. Демкина, должны стать ближайшей перспективой развития археологического почвоведения и которые актуальны до настоящего времени [3]: 1-совершенствование современной методической основы полевого и лабораторного изучения памятников археологии, использование новых методов и подходов, направленных на решение не только проблем почвоведения и палеоэкологии, но и историко-социологических вопросов, касающихся ритуально-мифологической практики, хозяйственной занятости, глобальных и сезонных миграций древнего населения, палеодемографии; 2- детализация и уточнение современных представлений о голоценовом почвообразовании, картографическое обобщение состояния почвенного покрова в различные археологические эпохи; 3- пристальное внимание на грунтовые памятники позднесредневековой и новой истории, в частности, многочисленные валы засечных линий Русского государства XV-XVIII веков, фиксирующие природную среду последних столетий; 4- оценка этноархеологической роли почв, степени влияния человека на почвенный покров в древности и средневековье

Литература

[1] *Борисов А.В.* Концепция археологического почвоведения В.А. Демкина. / Материалы Всесоюзной научной конференции по археологическому почвоведению, посвященной памяти проф. В.А. Демкина. Пущино, 2014. С. 5-8.
[2] *Демкин В.А*. Палеопочвоведение и археология: интеграция в изучении истории природы и общества. Пущино, 1997. 214 с.
[3] *Демкин В.А., Демкина Т.С.* Археологическое почвоведение на пороге третьего тысячелетия. / Проблемы эволюции почв. Пущино, 2003.С. 29-34.
[4] *Демкин В.А., Борисов А.В., Демкина Т.С., Хомутова Т.Э., Золотарева Б.Н., Каширская Н.Н., Удальцов С.Н., Ельцов М.В.* Волго-Донские степи в древности и средневековье. Пущино: SYNCHROBOOK, 2010. 120 с.
[5] *Золотун В.П.* Развитие почв юга Украины за последние 50-45 веков. Автореферат дисс. д.с-х.н. Киев,1974. 74 с.
[6] *Иванов И.В.*Эволюция почв степной зоны в голоцене. М: Наука, 1992. 144 с.
[7] *Федоров В.М.* Гравитационные факторы и астрономическая хронология геосферных процессов. Изд-во МГУ, 2000. 368 с.

S u m m a r y. A great contribution to the integration of soil science and archeology was made by VA Demkin, who carried out paleosoil researches of archeological monuments for 40 years, and he was one of the founders of archaeological soil science. The state of archaeological soil science was estimated, problems and possibilities for their solution were identified for the further successful development of this scientific direction.

«АНАЛИТИЧЕСКИЙ КЛАСТЕР» ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОВРАЖНОЙ ЭРОЗИИ

Т.Г. Рященко*, Ю.В. Рыжов*, Н.Н. Ухова*, С.И. Штельмах*,
С.А. Макаров**, М.Ю. Опекунова**
**Институт земной коры СО РАН, ryashenk@crust.irk.ru*
***Институт географии имени В.Б. Сочавы СО РАН, makarov@irigs.irk.ru*

«ANALYTICAL CLUSTER» IN THE STUDY OF RAVINE EROSION

T.G. Ryashchenko*, Yu.V. Ryzhov*, N.N. Ukhova*, S.I. Shtel'makh*,
S.A. Makarov**, M.Yu. Opekunova**
**Institute of the Earth's Crust SB RAS*
***Institute of Geography named after V.B. Sochava SB RAS*

Аннотация. Рассматривается необходимость проведения комплексных литологических и лабораторных исследований при изучении овражной эрозии. На примере трехступенчатой 6-метровой расчистки, вскрывающей толщу четвертичных песков и супесей с горизонтами погребенных почв в районе овражной долины на территории Бурятии, представлены общая методическая схема получения материалов («аналитический кластер») и результаты для верхней ступени разреза. Установлено, что развитие овражной эрозии происходит в толще особых глинистых песков (лессовые признаки отсутствуют), при этом возможно проявление эрозионно-суффозионных процессов.
Ключевые слова: *овражная эрозия, глинистый песок, показатели состава, микроструктура, свойства.*

Введение

Изучение процессов овражной (линейной) эрозии предполагает выполнение комплексных литологических и лабораторных исследований среды их развития, представляющей определенные площади распространения четвертичных песчаных, лессовых и глинистых отложений. Известно, что при географических, равно как и инженерно-геологических исследованиях линейной эрозии «аналитический кластер» в большинстве случаев не относится к числу ведущих информационных задач. Авторы на примере опорного разреза в виде трехступенчатой расчистки глубиной 6 м, которая вскрыла заполняющую овраг толщу четвертичных песков и супесей с горизонтами погребенных почв, представляют общую методическую схему получения геолого-литологических материалов и конкретные результаты для верхней ступени разреза.

«Аналитический кластер» объединяет литологические признаки, зафиксированные при полевых и камеральных детальных описаниях образцов разреза, и результаты комплексных лабораторных исследований их состава, микроструктуры и некоторых физико-химических свойств. К специальному блоку информации относятся определения абсолютного возраста почвенных горизонтов радиоуглеродным методом (^{14}C л.н.); исследования для данного разреза выполнены в лаборатории геологии кайнозоя, палеоклиматологии и минералогических индикаторов климата Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН

Район исследований, объект и общая методическая схема

Опорный разрез (трехступенчатая расчистка) расположен в пределах левобережной террасы (18-24 м) р. Хилок в районе овражной долины на территории республики Бурятии. Мощность первой ступени составила 1,64 м (0,0-164 см), второй – 1,67 м (164-331 см), третьей – 2,44 м (345-589 см).

Проведен детальный отбор образцов нарушенной структуры через 4-7 см (54 пакета). На первом этапе выполнено полевое описание отложений, на втором – в камеральных условиях проводился визуальный просмотр воздушно-сухих образцов с выделением литологических разновидностей (ps – песок; ps* – связный или глинистый песок; gln - супесь). На основании полевой документации и визуального просмотра фиксируется расположение в разрезе погребенных почвенных горизонтов (ппг), литологический состав которых может быть представлен вышеуказанными разновидностями. Далее составлялся каталог образцов с указанием различных видов лабораторных анализов с учетом литологических разновидностей отложений и погребенных почв.

В соответствии с общей методической схемой в лаборатории инженерной геологии и геоэкологии и Центре коллективного пользования (ЦКП) «Геодинамика и геохронология» Института земной коры СО РАН выполняются следующие виды лабораторных исследований: гранулометрический анализ различными методами; определение содержания основных микроструктурных параметров по методу «Микроструктура» [3]; микроэлементный (метод рентгенофлуоресцентного анализа) и химический (метод силикатного анализа) состав отложений; проводится химический анализ солянокислых, водных и щелочных вытяжек; по методу И.В.Тюрина определяется содержание гумуса. Кроме того, изучаются некоторые физико-химические свойства отложений: плотность минеральной части (ρ, г/см^3), углы естественного откоса на воздухе и под водой (φ^o), седиментационный объем (Vc, см^3), емкость катионного обмена (ЕКО, мг-экв на 100 г вещества) [1]; по стандартной методике определяется верхний предел пластичности (Wm, %), затем проводятся расчеты числа пластичности по прогнозным уравнениям – Ip1, Ip2, Ip3 [4]. Как указывалось выше, для выделенных погребенных почвенных горизонтов определяется абсолютный возраст.

Результаты исследований отложений первой ступени (0,0-164 см)

В пределах первой ступени выделена современная почва мощностью 4 см (gln - 345±40 л.н.) и пять погребенных почвенных горизонтов: 45-54 см - ппг1 (gln - 840±55); 70-81 - ппг2 (gln - 2995±100); 99-108 - ппг3 (ps* - 2450±105); 117-125 - ппг4 (ps* - 3415±115); 130-139 - ппг5 (ps* - 3665±75). Только молодые горизонты представлены супесями (gln), остальные являются связными глинистыми песками (ps*); очень редко выделяются нормальные пески без следов связности (ps).

Гранулометрический анализ (определяется гранулометрический состав отложений) выполнен для 19 образцов: ps (5) – ситовой метод; ps* (4) – метод пипетки при стандартной подготовке; ps*, gln (10) – метод пипетки с тремя способами подготовки (агрегатный, полудисперсный – стандартный, дисперсный) для расчета микроструктурных параметров по методу «Микроструктура» [3].

Рассев (ps) показал повышенное содержание фракции <0,1 мм (17,3-21,9%) и явное преобладание песчаного (0,50-0,01 мм) материала (71,6-81,4%); по стандартной гранулометрии (ps*) выявлено низкое содержание фракции <0,002 мм (5,2-8,0%) и преобладание песчаных (0,50-0,05 мм) фракций (82,2-87,0%); три способа подготовки и расчеты специальных параметров установили в исследованных образцах (gln, ps*) скелетно-агрегированный тип микроструктуры.

Таким образом, практически почти вся толща, вскрытая на первой ступени расчистки, является песчаной, но за счет агрегирования ее реальная глинистость (общее содержание фракции <0,002 мм в агрегатах и свободном состоянии) составляет 19-22%. Эти отложения относятся к особой разновидности песчаных образований, представляющих собой переходную форму («мостик») от глин и суглинков к «нормальным» пескам, в которых содержание глинистой (<0,002 мм) фракции не превышает 3%. Выделенная нами разновидность – это особый тип связных глинистых песков, обладающих характерными признаками микроструктуры, слабой пластичностью, пониженными значениями седиментационного объема, повышенной реальной глинистостью и характерными изменениями угла естественного откоса в различных условиях. Эти разновидности при полевом описании отнесены к супесям, но при определении в лаборатории указанных признаков была доказана их принадлежность к особой разновидности песчаных (но не глинистых) отложений.

Установлено присутствие агрегатов (18-22%) и соответственно определен агрегированно-скелетный тип микроструктуры (реальная глинистость по этой причине, как указано выше, достигает 22%); угол естественного откоса под водой уменьшался под влиянием заметного присутствия глинистого материала ($\Delta\varphi$ = 6-11°) (в песках без каких-либо следов связности подобных изменений почти нет); седиментационный объем < 3,3 см^3, что характерно для потенциальных плывунов первого типа без структурных связей (пески), но глинистые агрегированные пески этого правила не соблюдают, они также не относятся к плывунным глинам (Vc >10 см^3) и пылевато-коллоидным (лессовым) отложениям (Vc=3,3-10,0 см^3), то есть занимают, действительно, особое место.

Известно, что пески не обладают пластическими свойствами, однако, рассчитанные значения числа пластичности по трем прогнозным формулам (используется только показатель текучести) показали, что для глинистых песков она (пластичность) составляет 3,3-6,4%. Плотность минеральной части, величина которой связана с содержанием тяжелых терригенных минералов, однородна (2,62-2,70 г/см^3). В погребенных почвах (gln), отмечается повышение агрегированности (содержание агрегатов до 35%) и плотности минеральной части (до 2,82 г/см^3).

Согласно выше представленной общей схеме аналитических исследований впервые для семи образцов, отобранных в пределах верхней ступени, определялся микроэлементный состав (24 компонента, содержание указано в ppm - 0,0001%). Для группы токсичных элементов (V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Pb, As) рассчитан показатель (Zc), который характеризует степень их загрязнения [2]. По величине этого показателя (5-8) установлена удовлетворительная экологическая ситуация; следует отметить присутствие радиоактивного тория (7-8 ppm). Коэф-

фициент концентрации почти всех токсичных микроэлементов (отношение максимального содержания к величине кларка, по А.П. Виноградову) менее единицы, в то же время его значение возрастает для свинца (1,69) и мышьяка (3,5).

Среди других элементов преобладают барий (до 827 ppm), стронций (до 469) и цирконий (до 254). Особых различий в содержании компонентов не отмечается, исключением является сера – в современном почвенном покрове и молодых погребенных почвах (до глубины 54 см) наблюдается ее увеличение (до 236 ppm), далее концентрация значительно ниже и постоянна (82-98)

Химический состав определялся для тех же семи образцов, в которых исследовалось содержание микроэлементов. Выполнена статистическая обработка данных по содержанию породообразующих оксидов, на основании которой установлено однородное распределение почти всех компонентов (V – коэффициент вариации <10%), исключение составляют потери при прокаливании (V45), что связано с присутствием в толще погребенных почвенных горизонтов, и H_2O^- (V70). Отложения обеднены CaO (среднее содержание 2,17%) и, особенно, MgO (0,83%); в равных количествах отмечены оксиды калия и натрия (соответственно 3,10-3,48%). Повышенные содержания SiO_2 (70,90-71,33%) характерны для обычных песков (ps), которые редко встречаются в разрезе.

Проведено группирование образцов по данным химического состава с помощью кластерного анализа Q-типа (вертикальная ось – номера образцов, горизонтальная – евклидово расстояние, характеризующее степень близости объектов по содержанию оксидов), которое подтвердило выделение литологических разновидностей: в первую группу попали связные глинистые пески (уровень близости 0,12-0,24), далее располагаются погребенные почвы (уровень близости уменьшается – 0,34-0,48); вторую группу образуют нормальные пески (0,18), претендующие на самостоятельность химического состава (уровень близости с первой группой очень низкий – 0,74). Напомним: уровень близости объектов по определенным признакам уменьшается при увеличении евклидова расстояния. Значения девяти геохимических коэффициентов показали слабую степень химической зрелости отложений, что соответствует региональным климатическим условиям их формирования.

Заключение

На основе представленной информации можно заключить, что развитие овражной эрозии происходит в толще особых глинистых песков (лессовые признаки отсутствуют), циклы накопления которых определяет формирование разновозрастных почвенных горизонтов. Возможно развитие эрозионно-суффозионных процессов.

Детальное опробование и результаты лабораторных исследований отложений разреза первой ступени расчистки, безусловно, предполагают их продолжение по предложенной методической схеме.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (№ 17-29-05064 офи_м).

Литература

[1] *Лабораторные работы по грунтоведению: Учебное пособие.* / Под ред. В.Т. Трофимова и В.А. Королева – М.:КДУ, Университетская книга, 2017. 654 с.

[2] *Порядин А.Ф., Хованский А.Д.* Оценка и регулирование качества окружающей природной среды. – М: Издательский дом «Прибой», 1996. 350 с.

[3] *Рященко Т.Г.* Региональное грунтоведение (Восточная Сибирь). – Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2010. 287 с.

[4] *Рященко Т.Г., Тирских С.А.* Определение пластичности глинистых и лессовых грунтов: оценка расчетного метода и рекомендации. / Инженерные изыскания. 2016. № 8. С. 15-19.

S u m m a r y. The article considers the need for carrying out of complex lithological and laboratory investigations in the study of ravine erosion. The general methodical scheme for obtaining materials («analytical cluster») and the results for the upper step of the section are presented on the example of a three-stage stripping with a depth of 6 meters which uncovers the series of the Quaternary sands and sandy loams with horizons of buried soils in the area of ravine valley in the territory of Buryatia. It was established that the development of ravine erosion occurs in the series of specific clay sands without the loessial features, herewith the appearance of erosion-suffosion processes is possible.

ИССЛЕДОВАНИЯ ОКОЛОВОДНОЙ АТМОСФЕРЫ В ИК ОБЛАСТИ НА ПРЕДМЕТ УСТАНОВЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПРОПУСКАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ЛИДАРНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Л.В. Смирнов, В.А. Рыжова, А.С. Гришканич

Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург

STUDYING OF THE VOLVE-WATER ATMOSPHERE IN THE IR PANEL FOR THE INSTALLATION OF THE PASSING FACTOR WITH THE HELP OF LIDAR PING

L.V. Smirnov, V.A. Ryzhov, A.S. Grishkanich

ITMO University, St. Petersburg

Аннотация. В работе рассчитаны коэффициенты пропускания атмосферы. Для расчета используется метод Эльдера – Стронга. Исследование проводится в температурном диапазоне от -15 до +50 градусов Цельсия. Кроме этого рассчитаны значения влажности воздуха и водности на горизонтальной и наклонной трассах.

Ключевые слова: коэффициент, атмосфера, трасса, влажность, водность.

Введение

В настоящее время разработка, изучение и использование прибора способного предсказывать зарождающиеся погодные явления на определенной области очень востребована. Поскольку большинство ураганов зарождается на морской поверхности и, сформировавшись, движутся по направлению к суше, то исследование слоев атмосферы в прибрежных районах несет за собой возможность своевременного информирования соответствующих органов во избежание последствий или сведения их к минимуму [1-2].

Модель

Рассмотрим случай, когда излучение происходит на длине волны 1064 нм. Выбранная длина волны находится в инфракрасной области спектра, что соответствует первой гармонике твердотельного лазера YAG-Nd. Этот твердотельный лазер был выбран, как источник оптического излучения, для решения поставленных задач по дистанционному зондированию и детектированию веществ индикаторов в прибрежных районах.

Расчет коэффициента пропускания атмосферы по методу Эльдера – Стронга [3-5] вычисляется по формуле (1).

$$\tau_n = t_0 - K_1 \cdot lg(\omega \cdot 1000) \quad (1)$$

где t_0 иK_1 – коэффициент, зависящие от длины волны, ω – водность в метрах.

На практике для расчета поглощения излучения в атмосфере используется понятие водности, т.е. количество воды, осаждённой в слое единичного сечения протяжённостью *L*:

$$\omega = \frac{L \cdot f \cdot a_\varphi}{\gamma \cdot 10^6} \quad (1)$$

где L – дистанция в метрах; f – относительная влажность, в относительных единицах; a_φ – абсолютная влажность; γ – удельный вес воды, г/м^3.

С высотой концентрация паров воды быстро убывает и может быть вычислена:

$$a_\varphi = a_0 \cdot 10^{-H/K}$$ **,(Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует.)**

гдеa_0 – влажность на уровне моря; *H* – высота, в метрах; *K* – коэффициент (*K* = 5000, если высота в метрах).

Результаты

Выполним расчет коэффициента пропускания атмосферы на горизонтальной трассе длиной в 5000м и температурном диапазоне от -15 до +50°С. Полученные данные коэффициента пропускания атмосферы, водности и влажности приведены в таблице 1, а их зависимости представлена на рисунках 1-3.

Таблица 1

Значения влажности, водности и коэффициент пропускания при различных температурах

t, °C	a, г\м3	ω, mm	т, %
-15	1,6	6,4	92,99803
-10	2,35	9,4	90,24339
-5	3,41	13,64	87,57556
0	4,86	19,44	85,03651
5	6,32	25,28	83,15418
10	9,41	37,64	80,30178

20	17,32	69,28	75,92997
30	30,38	121,52	71,90331
40	51,1	204,4	68,17707
50	82,8	331,2	64,71851

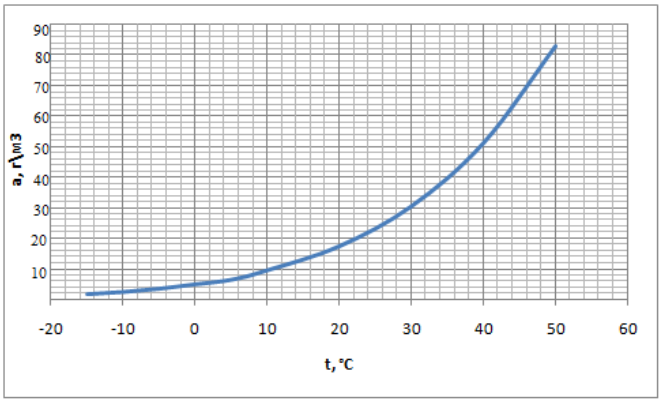


Рис. 1. Зависимость влажности воздуха от температуры на горизонтальной трассе.

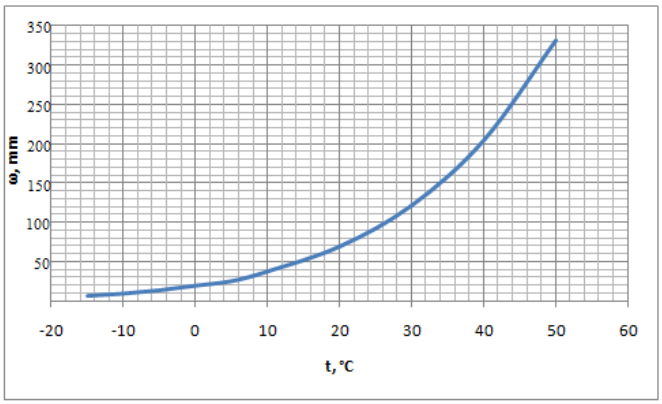


Рис. 2. Зависимость водности от температуры на горизонтальной трассе.

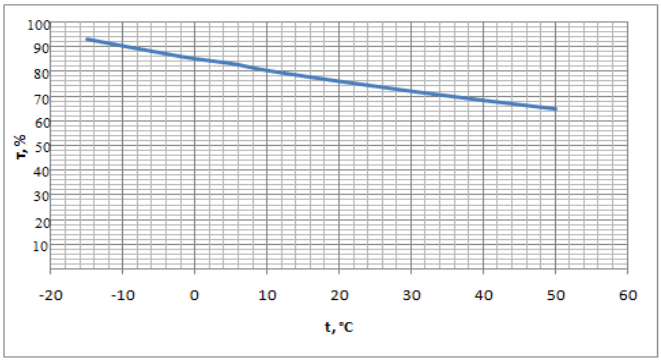


Рис. 3. Зависимость коэффициента пропускания атмосферы от температуры на горизонтальной трассе.

Выполним расчет пропускания атмосферы на наклонной трассе в том же температурном диапазоне. Высота наклонной трассы будет уменьшаться в пределах от 5000 м до 1000 м. Это позволит судить о изменении коэффициента пропускания атмосферы на различной высоте.

Данные расчета водности и коэффициента пропускания атмосферы пропускания атмосферы представлены в таблице 2, а их зависимости на рисунках 4-5.

Таблица 2

Значения водности и коэффициент пропускания при различных температурах

	OX=5000m; OY=5000m		OX=5000m; OY=4000m		OX=5000m; OY=3000m	
t, °C	ω, mm	т, %	ω, mm	т, %	ω, mm	т, %
-15	3,061995	98,28092608	3,088771	98,21854	14,20179	87,28634
-10	4,497305	95,52628607	4,536632	95,4639	20,85888	84,5317
-5	6,525877	92,85845854	6,582942	92,79607	30,26757	81,86387
0	9,30081	90,31940735	9,382141	90,25702	43,13795	79,32482
5	12,09488	88,437074	12,20064	88,37468	56,09708	77,44249
10	18,00836	85,58467701	18,16583	85,52229	83,52429	74,59009
20	33,1461	81,21286565	33,43594	81,15048	153,7344	70,21828
30	58,13963	77,1862076	58,64803	77,12382	269,6565	66,19162
40	97,79247	73,45996094	98,64761	73,39757	453,5698	62,46537
50	158,4582	70,00140524	159,8439	69,93902	734,9428	59,00682

	OX=5000m; OY=2000m		OX=5000m; OY=1000m	
t, °C	ω, mm	т, %	ω, mm	т, %
-15	5,505476	94,07688	24,34285	83,42487
-10	8,086168	91,32224	35,75356	80,67023
-5	11,73355	88,65442	51,8807	78,0024
0	16,72288	86,11537	73,94141	75,46335
5	21,74663	84,23303	96,15426	73,58102
10	32,37908	81,38064	143,1664	70,72862
20	59,59678	77,00882	263,5114	66,35681
30	104,5352	72,98217	462,2099	62,33015
40	175,8311	69,25592	777,4498	58,60391
50	284,9084	65,79736	1259,743	55,14535

Заключение

В работе проведено исследование пропускной способности атмосферы в ИК диапазоне. Проанализировав полученные результаты, становится ясно, что с увеличением температуры коэффициент пропускания атмосферы уменьшается. Кроме этого, коэффициент пропускания атмосферы зависит от высоты. С увеличением высоты увеличивается и коэффициент пропускания атмосферы в прибрежных районах.

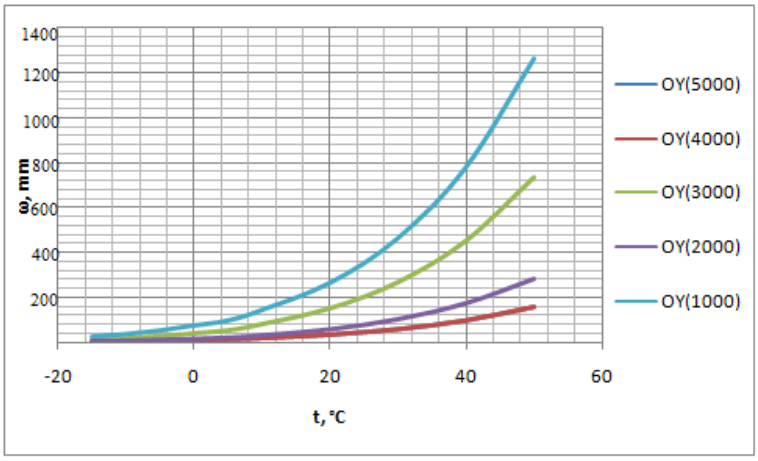


Рис.4. Зависимости водности от температуры на наклонной трассе.

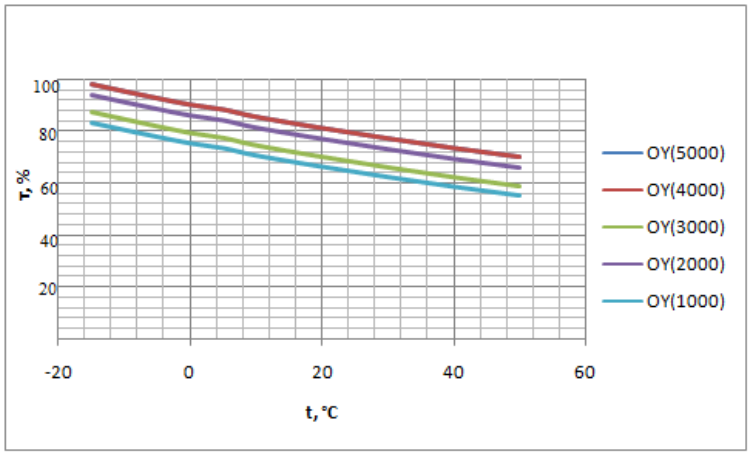


Рис.5. Зависимости коэффициентов пропускания атмосферы от температуры на наклонной трассе.

Литература

[1] *Алёкин О.А., Ляхин Ю.И.* Химия океана. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984.

[2] *Герман М.А*. Спутниковая метеорология: Основы косм. методов исследования в метеорологии. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1975. – 367 с.

[3] *Ишанин Г.Г., Панков Э.Д., Андреев А.Л., Польщиков Г.В.* Источники и приемники излучения: Учебное пособие для студентов оптических специальностей вузов. – СПб: Политехника, 1991. – 240 с., ил.

[4]. *Межерис Р.* Лазерное дистанционное зондирование: Пер. с англ. – М: Мир, 1987. – 550 с., ил.

[5]. *Козинцев В.И. и др.* Основы количественного лазерного анализа. М: Изд-во МГТУ им. НЭ Баумана. – 2006. – Т. 464.

S u m m a r y. The authors calculated atmospheric transmission coefficients. For the calculation, the Elder-Strong method is used. The study is conducted in the temperature range from -15 to +50 degrees Celsius. In addition, the calculated values of air humidity and water content on the horizontal and inclined routes.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕРАКТИВНЫХ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ СЕРВИСОВ

В.Ф. Толкачева, Е.А. Кошелева, М.Ю. Демидионов
РГПУ им. А. И. Герцена, г. Санкт-Петербург, vasilisa.tolkachevag@gmail.com

USE OF GEO-INFORMATION SYSTEMS FOR CREATING INTERACTIVE CARTOGRAPHIC SERVICES

V.F. Tolkacheva, E.A. Kosheleva, M.Yu. Demidionov
Herzen State Pedagogical University, St. Petersburg

Аннотация. Интерактивный картографический сервис (ИКС) занимает на данный момент одну из ведущих ролей в Internet-пространстве, т.к. основан на интеграции современных ГИС-технологий и Internet-технологий. ИКС позволяет не только формировать различные картографические изображения и использовать их во многих сервисах различного назначения, но и отображать тематическую направленность процессов развития территорий.
Ключевые слова: интерактивны картографический сервис, геоинформационная система, web-картирование, картографический интернет-сервер.

Введение

Географическая информационная система (ГИС) является основой для сбора, управления и анализа данных. Основанная на географии, ГИС объединяет множество типов данных. Он анализирует пространственное местоположение и организует слои информации в визуализации с использованием карт и 3D-технологий. Благодаря этой уникальной возможности ГИС более глубоко раскрывает данные для понимания.

Картографический сервис – это специализированная информационная система, предоставляющая пространственные данные в виде интерактивной карты. Картографический веб-сервис обеспечивает веб-доступ к картографической информации на основе интерфейсов прикладного программирования (API – Application Programming Interface – интерфейс программирования приложений). В настоящее время на российском рынке наиболее известны и распространены следующие картографические и справочные сервисы: Яндекс.Карты; Google Maps; 2ГИС [1].

Объекты и методы

Сейчас направление развития геоинформатики и ГИС, связанное с интернет-приложениями, сформировалось. Произошло это быстро и масштабно, благодаря интернет-технологиям.

В течение короткого периода была создана новая технологическая база развития телекоммуникаций, ориентированная на широкое привлечение непрофессиональных пользователей к формированию и развитию единой глобальной информационной сети. Эта технологическая база сыграла роль катализатора, в результате чего, в еще более короткие сроки, а точнее, в последние три-четыре года, были заложены основы создания многочисленных ГИС-Интернет-приложений. Появились и закрепились новые направления исследований, стала складываться новая терминология, например, Web-картографирование (Web-

mapping), Картографический Интернет-сервер (Internet Map Server-IMS), Распределенная географическая информация (Distributed Geographic Information - DGI), появился рынок специализированных программных продуктов [2].

Для Интернета появление интерактивных картографических ресурсов также имело большое значение, так как они повысили долю так называемого «серьезного» контента глобальной сети.

Но симбиоз ГИС- и Интернет-технологий стал исключительно полезен. Впервые появилась реальная возможность организации и поддержки глобального обмена географической информацией. В свою очередь такой обмен способствует популяризации и профессионализации применения традиционных ГИС, вовлечению в активное использование накопленных и производству новых геоинформационных ресурсов. Перечень того, что дала интеграция ГИС и интернет-технологий геоинформационной индустрии достаточно объёмный. Самым значительным стало то, что благодаря Интернету геоинформатика значительно расширила рамки своего присутствия в повседневной жизни общества.

Обсуждение результатов

Так, по оценкам западных специалистов, в настоящее время интерактивный картографический сервис и геопространственная информация уже заняли значительный сегмент деятельности в области информационных технологий. Они активно внедрились в общий перечень Интранет-услуг; в прикладные коммерческие и некоммерческие пакеты программных средств, реализующие подобные услуги; в базовые технологии и стандарты, обеспечивающие эту реализацию; в организации, творческие коллективы и инициативные группы, которые разрабатывают и совершенствуют эти технологии и стандарты, а так же в научные исследования социальных, когнитивных, правовых, технических проблем, которые возникают в процессе масштабного и повсеместного использования новых интегрированных технологий и геопространственных данных [3].

Такое многообразие проблем и направлений исследований связано с исключительной привлекательностью именно интерактивных свойств картографического сервиса. Очевидно, что интерактивные карты в Интернете являются чуть ли не единственным понятным и доступным связующим звеном между виртуальным содержанием сети Интернет и реальным миром.

Для профессионально выполненного интерактивного картографического сервиса характерны такие важные для пользователя качества как наглядность, точность, гибкость перестройки содержания, простота и легкость организации запросов, изменяющаяся полнота и подробность, оперативность обновления документов.

Так же, немаловажную роль сыграл и тот факт, что при работе с интерактивным картографическим сервисом (ИКС) пользователь получает не статичную карту, вмонтированную Web-мастером или редактором в HTML-страницу, а возможность создать собственную «живую» карту, которая больше подходит под его запросы, и которая всегда может быть изменена.

Другими словами, в ИКС изначально заложено такое важное для любого интернет-ресурса свойство как его кастомизация, т.е. индивидуальная настрой-

ка выходного документа на персональные требования пользователя. Все это придает интернет-ресурсу особую привлекательность и популярность.

Выводы

Среди современных проблем интеграции ГИС и интернет-технологий следует выделить следующие:

1. Проблемы развития технологий работы с геоинформацией, которые включают создание специализированных программных средств для серверов, где она хранится и обрабатывается, для клиентских мест, где эта информация используется и анализируется, для сетевых коммуникаций, где контролируются потоки геоинформации между серверами и клиентами.

2. Проблемы разработки стандартов, обеспечивающих полноценный и эффективный сетевой обмен весьма разнородной географической информацией, поддерживаемой не менее разнородными технологическими платформами и системами.

3. Проблемы проведения исследований по повышению скорости обработки запросов, формирования и передачи картографических изображений, повышения функциональности предлагаемых сервисов, совершенствования способов хранения больших объемов географической информации, повышения качества картографической визуализации и многое другое, включая проблемы обеспечения доступа различных групп пользователей к различным видам данных и сервисов [4].

Литература

[1] *Хижняк Ю.Д.* «Обзор наиболее популярных картографических сервисов, предоставляющих API для разработчиков» – Белгородский государственный национальный исследовательский университет. 2017 г. – «Novainfo» № 70.

[2] *Кадочников А.А.* «Организация и визуализация данных наблюдений с помощью картографических веб-сервисов – Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение. – 2014 г.

[3] *Кикин, П.М., Касиянова Е.Л.* «Разработка методики создания тематических карт средствами веб-технологий» – Сибирская государственная геодезическая академия г. Новосибирск. – М., 2014

[4] *Симонов А.В.* «Интерактивный картографический сервис на образовательных интернет-порталах» – Пущинский специализированный центр новых информационных технологий (СЦНИТ) Пущинского государственного университета, г. Пущино Московской области. 2016 г.

S u m m a r y. Interactive map service (ICS) currently occupies a leading role in the Internet space, since based on the integration of modern GIS technologies and Internet technologies. IKS allows not only to form various cartographic images and use them in many services for various purposes, but also to display the thematic focus of territorial development processes.

ДОСТАВКА НАНОСОВ С РАСПАХИВАЕМЫХ СКЛОНОВ В ЛОЖБИНЫ И БАЛКИ В БАССЕЙНЕ ВЕРХНЕЙ ОКИ

Л.Н. Трофимец*, Н.Н.Чаадаева*, А.И. Петелько**
**ФГБОУ «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел, trofimetc_l_n@mail.ru*
***Новосильская ЗАГЛОС, Мценск, Россия, zaglos@mail.ru*

SEDIMENT DELIVERY FROM PLOWED SLOPES TO HOLLOWS AND BEAMS IN THE UPPER OKA BASIN

L.N. Trofimetz*, N.N. Chaadaeva*, A.I. Petelko**
**FSBEU «Orel State University named after I.S. Turgenev», Orel, Russia*
***Novosilskaya ZAGLOS, Mtsensk, Russia*

Аннотация. Приводятся результаты изучения доставки наносов в ложбинно-балочный комплекс бассейна реки Сухая Орлица (бассейн верхней Оки, Орловская область). Радиоцезиевым методом установлено, что с 1986 г. наибольший объем наносов откладывался в ложбине, собирающей смытый почвенный материал с распахиваемого склона площадью 250000 м^2 (119 т/га год). Меньше смытой почвы доставлялось с залесенных склонов ложбины, «замыкающей» дачные участки (24,6 т/га год). До берега русла Сухой Орлицы дошло 20 т/га год.

Ключевые слова: цезий-137, космический снимок, балка, ложбина, послойный отбор проб почвы по глубине

Введение

Цель работы – дать количественную оценку доставки наносов в понижения рельефа с территорий, отличающихся ландшафтным строением. Понижения в рельефе – это балки с их элементами, склоны долин рек, поймы рек, бровки, террасы и т.д. Количественная оценка величины объема наносов, доставленных в понижения рельефа, может быть решена с помощью радиоцезиевого метода (по результатам послойного отбора проб почвы на склонах ложбин, балок с последующим анализом проб на цезий-137). В статье рассматривается период с 1986 по 2017 год.

Условия увлажнения за период с 1959 года по 2019 год существенно меняли интенсивность протекания эрозионных процессов на рассматриваемой территории. По данным Новосильской зональной агролесомелиоративной станции (ЗАГЛОС) поверхностный сток с зяби ≥ 1 мм наблюдался ежегодно лишь в 1959-1964. В 90% случаев он отмечался в 1965-1973 гг., в 70% случаев – в 1984-1993 гг. В 1994-2003 гг. сток, превышающий 1 мм, отмечался лишь в 20% случаев, а в последние годы (2004-2019 гг.) поверхностный сток с зяби отсутствовал (таблица). Иначе говоря, период с 1986 года можно охарактеризовать как период резкого уменьшения интенсивности эрозионного преобразования распахиваемых поверхностей. Вместе с тем, смыв почвы происходил. И происходил он по-разному в разных ландшафтных условиях.

Регион исследований, объекты и методы

Регион исследований – бассейна реки Сухая Орлица (бассейн верхней Оки, Орловская область) (рис. 3). Миграция радиоцезия (в статье рассматривается миграция радиоцезия чернобыльского происхождения) происходит или ла-

терально (с поверхностным смывом почвы) или по глубине (как результат аккумуляции смытого со склонов почвенного материала, загрязненного радиоцезием).

Радиоцезиевый метод позволяет точечно устанавливать в зонах аккумуляции (а именно таковыми являются подножия склонов, борта ложбин и балок и т.п.) количество наносов, доставляемых с окружающих территорий [1].

На территории Орловской области Центром химизации и сельскохозяйственной радиологии «Орловский» в 70-х годах прошлого столетия на распахиваемых полях была зафиксирована радиоактивность по цезию – 137 10 Бк/кг. Это обстоятельство позволяет утверждать, что все значения радиоактивности, которые существенно превышают вышеназванную величину, могут быть отнесены к чернобыльским выпадениям 1986 года. При послойном отборе проб почвы фиксация пика радиоактивности на определенной глубине позволяет диагностировать слой почвы выше этой глубины как слой «намытой» почвы за период с 1986 года до даты отбора проб почвы (рис. 1-2).

Таблица

Повторяемость (%) числа случаев с величиной поверхностного стока с зяби величиной не более 1 мм (данные по стоку с зяби – А.Т. Барабанова и А.И. Петелько)

Период	1959-1964гг.	1965-1973гг.	1984-1993гг.	1994-2003гг.	2004-2019 гг.
Повторяемость случаев стока с зяби ≤1мм, %	0	10	30	80	100

На основании послойного отбора проб почвы по глубине (и радиологического анализа этих проб) на склонах балок и бровках рек можно установить, как влияют ландшафтные условия на водосборных поверхностях этих эрозионных форм на доставку наносов в отрицательные формы рельефа. Одновременно можно оценить интенсивность смыва почвы в зависимости от освоенности территории.

Результаты и их обсуждение

На примере трех точек пробоотбора можно рассмотреть принципиальные подходы к оценке влияния ландшафтных условий на доставку наносов в отрицательные формы рельефа (или, что то же, на смыв почвы с изучаемой территории) радиоцезиевым методом.

Из диаграммы на рисунке 1 (слева) видно, что почва, максимально загрязненная радиоцезием, расположена на глубине 30 см. Следовательно, на этой глубине находится почва 1986 года. Ее высокая радиоактивность (266 Бк/кг) свидетельствует о том, что вынос радионуклида растительной продукцией практически был небольшим. «Фоновая» радиоактивность почвы по цезию-137 для распахиваемого участка, с которого осуществлялся смыв почвы и ее доставка в ложбину (в точке 414) сегодня равна 180 Бк/кг [2-4].

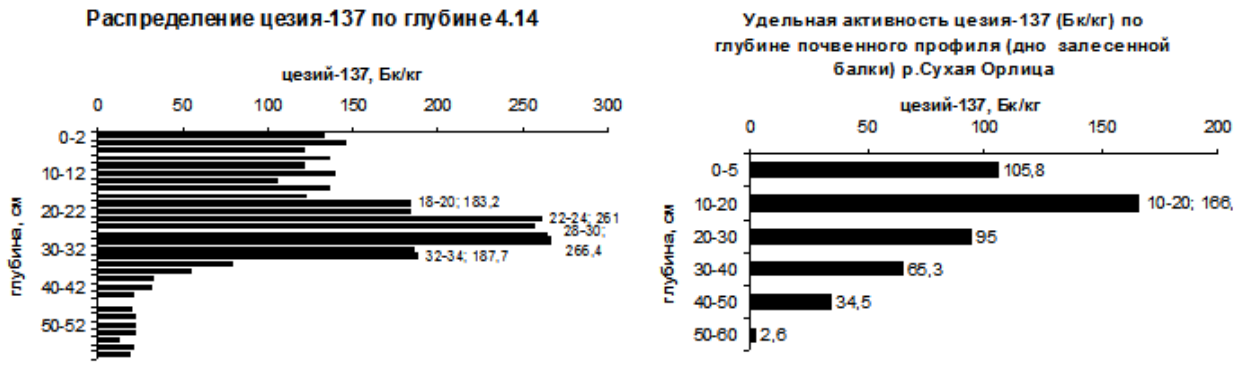


Рис. 1. Распределение цезия-137 по глубине. Точка 4.14 (слева) расположена в днище ложбины (точка 11 на рис. 3). Глубина залегания максимума удельной радиоактивности почвы по цезию-137 (266 Бк/кг) – 30 см. Справа – диаграмма, показывающая распределение цезия-137 по глубине в днище залесенной балки (точка 12 на рис. 3).

Расчет интенсивности смыва почвы (или интенсивности доставки наносов в точку 4.14 (или точку 11 на рис.3) осуществлялся по формуле:

I акк., т/га год= Iакк., м/год х 10000м² х 1110 кг/м, (1)

где I акк. м/год – интенсивность аккумуляции (0,0107м /год), рассчитываемая как частное от деления глубины залегания слоя максимальной радиоактивности почвы (30 см или 0,3 м) на количество лет, прошедших с 1986 года (28 лет); 10000м² – 1 га, выраженный в м ^{2}; 1110 кг/м³ – плотность серой лесной почвы. Интенсивность аккумуляции смытого почвенного материала в днище ложбины составила 119 т/га год (рис. 3).

На рис. 3 приведен фрагмент космического снимка с точками послойного отбора проб почвы на радиологический анализ и краткой характеристикой ландшафтных условий на участке, «замыкаемом» точками пробоотбора.

Залесенная ложбина, в истоке которой расположены огороды (точка 12 на рис. 3) характеризуется меньшими значениями доставки наносов, чем доставка наносов в точку 4.14 (которая «замыкает» водосбор распахиваемой ложбины площадью 250000 м^2). По диаграмме на рисунке 1 (справа) устанавливаем, что смыв в залесенную балку за 23 года составил 20с м. Интенсивность смыва – 0,0087м/год. В тоннах это составляет 96,6 т/га год.

На рисунке 2 приведена диаграмма, показывающая доставку наносов к обрывистому берегу реки Сухая Орлица за период 1986-2013 гг. Интенсивность доставки наносов составила 20,5 т/га год.

В результате расчета радиоцезиевым методом доставки наносов с 12 участков, отличающихся ландшафтным строением, были сделаны следующие выводы, представленные на рисунке 3.

Самый большой смыв почвы и переотложение почвенного материала отмечен в днище ложбины на распахиваемом склоне (точка №11 смыв – 119 т/га год). Точка №12 (балка залесенная ниже санатория «Орловчанка») собирает смытую почву с вышерасположенных огородов, поэтому интенсивность смыва большая – 96,6 т/га год.

В точке №2 (основание склона балки Метечки) собирается почва, смываемая с распахиваемого склона южной экспозиции. Интенсивность смыва – 57,7

т/га год. Смыв был бы, вероятно больше, если бы не оврагобалочная лесополоса, расположенная выше точки пробоотбора.

Меньше всего аккумулируется почвы в области бровки реки Сухой Орлицы на левом берегу (в точке 7-24,4 т/га год). Снижение смыва объясняется влиянием залесенного левого склона долины реки. Такой же небольшой смыв почвы отмечается ниже дубовой посадки на склоне балки северной экспозиции (в точке 3-24,4 т/га год). Небольшое количество наносов доставляется и на склон северной экспозиции другой балки (ниже оврагобалочной лесополосы) в точке № 4, где интенсивность аккумуляции – 23,3 т/га год.

До правого берега реки (точка 10), доходит ежегодно меньше, чем откладывается на склонах балки, имеющей непосредственный выход к точке 10. Если на склонах балки интенсивность аккумуляции смытого почвенного материала в точках № 4, 5, 6, соответственно, равна, 23,3 т/га год, 46,6 т/га год, 36,6 т/га год, то до берега реки доходит (и аккумулируется, не доходя до русла реки) 20,5 т/га год.

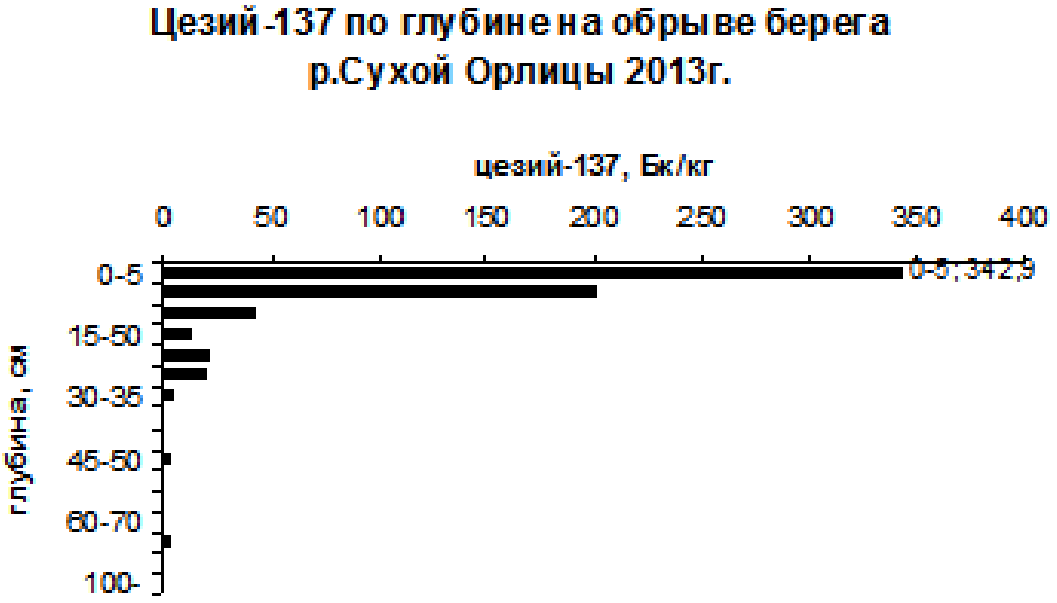


Рис. 2. Точка №10. На берегу реки Сухая Орлица слой аккумулированной (за 1986-2013гг.) почвы составил 5 см.

Выводы

Радиоцезиевый метод в сочетании с космическими снимками сверхвысокого разрешения делает возможным исследовать географию смыва почвы со склоновых поверхностей, отличающихся ландшафтным строением и степенью антропогенной нагрузки на почвы.

Интенсивность доставки наносов к берегу реки меньше чем интенсивность доставки наносов в ложбины и балки распахиваемых склонов. Это подтверждает ранее сделанный вывод, что более 80% наносов, смываемых с полей, не доходит до рек и не участвует в формировании стока наносов рек.

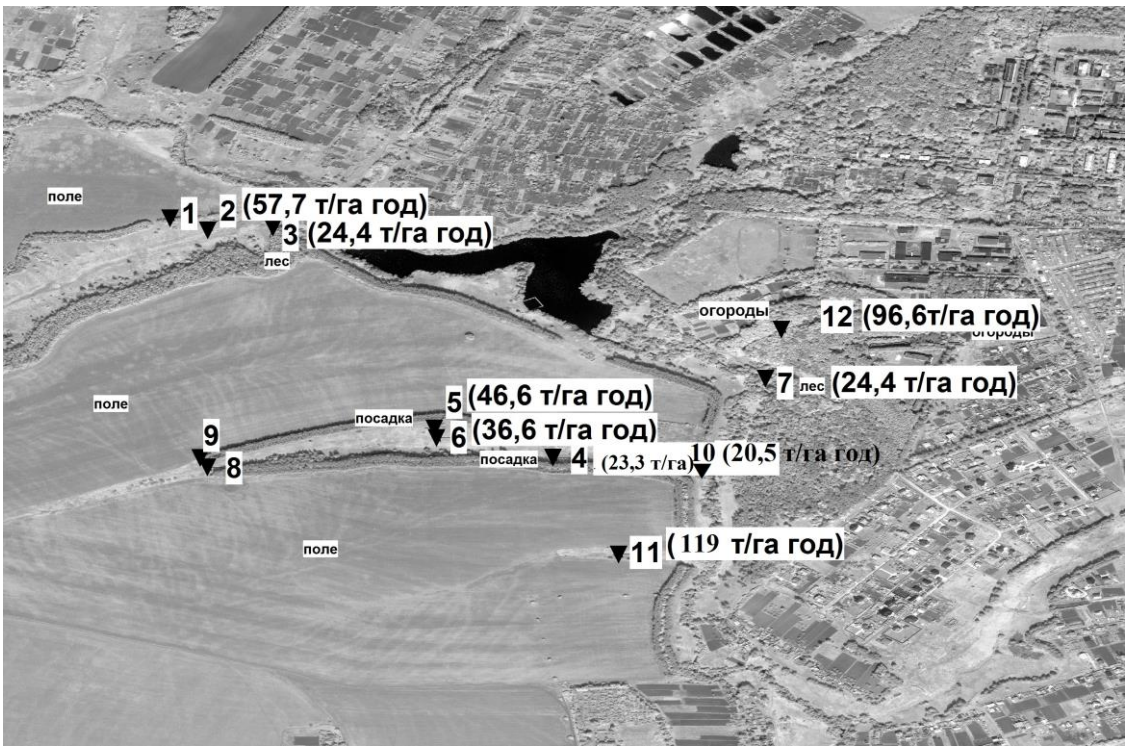


Рис. 3. Интенсивность доставки наносов в балочно-ложбинную сеть.

Литература

[1] *Голосов В.Н.* Эрозионно-аккумулятивные процессы в речных бассейнах освоенных равнин. М.: ГЕОС, 2006. 296 с.

[2] *Трофимец Л.Н., Паниди Е.А.* Методические подходы к применению радиоцезиевого метода при изучении смыва и аккумуляции на пахотных склонах, осложненных ложбинным мезо- и микрорельефом. Проблемы региональной экологии, 2014, №4. С. 147-152

[3] *Трофимец Л.Н., Паниди Е.А., Иванеха Т.Л., Петелько А.И.* Оценка эрозионной активности ложбинного комплекса распахиваемых склонов. / Материалы Международной конференции «ИнтерКарто/ИнтерГИС». 2017; 23(1). С. 323-332. doi:10.24057/2414-9179-2017-1-23-323-332

[4] *Panidi E., Trofimetz L, Sokolova J., Kunaeva E.* Satellite Imagery Applied to Mapping of the Erosion Microrelief Structures. International Multidisciplinary Scientific GeoConference-SGEM, Book 2, Vol. 3, 2016. pp. 415-422. doi:10.5593/SGEM2016/B23/S11.053.

S u m m a r y. The paper presents the results of the study of sediment delivery to the hollow-beam complex of the Sukhaya Orlitsa river basin (the upper Oka basin, Orel region). Using the radiocesium method, the authors identified that since 1986 the largest volume of sediment had been deposited in a hollow collecting washed soil material from a plowed-up slope with an area of 250000 m^2 (130 t / ha year). Less washed away soil was delivered from the forested slopes of the hollow, «closing» the suburban areas (24.6 t / ha year). 20 t / ha year reached the shore of the riverbed Sukhaya Orlitsa.

ДИНАМИКА РАЗНООБРАЗИЯ РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ ОЗЕРА ВОЖЕ

Г.Т. Фрумин, Л.А. Маркина
РГГМУ, г. Санкт-Петербург, gfrumin@mail.ru

DYNAMICS OF FISH POPULATION DIVERSITY IN LAKE VOZHE

G.T. Frumin, L.A. Markina
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

Аннотация. Обсуждена динамика разнообразия рыбного населения озера Воже за период с 1940 г. по 2015 г. Выявлен значительный отрицательный тренд индекса Шеннона.
Ключевые слова: рыбное население, озеро Воже, индекс Шеннона.

Введение

Основным трендом трансформации мелководного крупного рыбопромыслового озера Воже является антропогенное эвтрофирование. Рыбы как верхний трофический уровень интегрируют в себе происходящие изменения в сообществе при смене абиотических условий и изменении кормовой базы. Изменению рыбного населения также способствуют токсификация озер, потепление климата и биоинвазии. Постоянно действующим мощным фактором является промысел, его характер и интенсивность. В свою очередь, структура уловов, несмотря на селективность промыслового изъятия, в целом отражает динамику разнообразия рыбного населения при наличии многолетних рядов наблюдений [1].

В связи с изложенным цель данного исследования заключалась в оценке динамики разнообразия рыбного населения озера Воже по данным рыбопромысловой статистики.

Регион исследований, объекты и методы

Во́же – озеро на севере Вологодской области России. Площадь 422 км². Озеро имеет овальную форму, вытянуто с севера на юг. Длина озера – 64 км, ширина от 7 до 16 км. Несмотря на большие размеры, озеро мелководно, средняя глубина 1-2 м, наибольшая 5 м. Водосбор озера Воже 6260 км². Объём воды в озере 1,08 км³. Озеро принадлежит бассейну Онеги, по северному берегу озера проходит граница с Архангельской областью. В озеро впадает около 20 рек. Озеро богато рыбой, в нём водятся плотва, окунь, щука, язь, лещ и другие виды рыб. Ведется рыболовный промысел [2, 3].

Проведенное исследование основано на изучении динамики относительной организации озера Воже по данным рыбопромысловой статистики. Для удобства все время разбито на периоды по пятилеткам: 1940-1945 гг. (1-й период), 1946-1950 гг. (2-й период), 1951-1955 гг. (3-й период), 1956-1960 гг. (4-й период), 1961-1965 гг. (5-й период), 1966-1970 гг. (6-й период), 1971-1975 гг. (7-й период), 1976-1980 гг. (8-й период), 1981-1985 гг. (9-й период), 1986-1990 гг. (10-й период), 1991-1995 гг. (11-й период), 1996-2000 гг. (12-й период), 2001-2005 гг. (13-й период), 2006-2010 гг. (14-й период) и 2011-2015 гг. (15-й период). В расчетах использованы данные рыбопромысловой статистики для шести видов рыб (лещ, щука, налим, язь, окунь и плотва) (табл. 1).

Таблица 1

Уловы рыбы (тонн) в озере Воже с 1940 по 2015 год

Периоды	Лещ	Щука	Налим	Язь	Окунь	Плотва
1940-1945 (1)	116	174,8	17,7	36,3	185,4	421,3
1946-1950 (2)	96,6	131,1	10,0	17,4	146,1	343,2
1951-1955 (3)	135,9	122,7	15,4	15,4	59,0	97,3
1956-1960 (4)	135,8	158,8	20,8	20,8	70,7	78,5
1961-1965 (5)	273,9	148,5	14,1	14,7	48,4	70,0
1966-1970 (6)	453,6	141,4	23,6	25,0	27,5	48,5
1971-1975 (7)	201,6	160,8	38,5	21,6	55,8	29,1
1976-1980 (8)	284,6	143,3	13,3	14,4	31,6	47,3
1981-1985 (9)	328,5	150,7	29,7	18,6	35,2	20,4
1986-1990 (10)	359,7	216,3	39,3	7,5	33,2	13,6
1991-1995 (11)	185,1	70,0	8,4	2,5	14,2	8,6
1996-2000 (12)	259,6	54,9	5,8	5,8	18,1	12,2
2001-2005 (13)	355,7	77,8	5,7	10,6	33,0	21,9
2006-2010 (14)	315,6	62,8	4,7	12,8	29,8	14,4
2011-2015 (15)	148,8	47,9	2,1	3,3	6,7	1,7

Для оценки видового разнообразия использован индекс Шеннона, иногда называемый информационным индексом разнообразия К. Шеннона – У. Уивера [5]:

$$H = \sum_{i=1}^{n} p_i \log_2 p_i = \sum_{1}^{6} p_i \log_2 p_i,$$

где p_i – доля улова данного вида.

Чем больше индекс Шеннона, тем больше видовое разнообразие сообщества. Это следует из того, что возрастание индекса указывает на возрастание неопределенности и однородности структуры системы. Максимальная величина индекса Шеннона соответствует равному обилию всех видов.

Обсуждение результатов

По данным табл. 1 и вышеприведенной формуле были рассчитаны величины индекса Шеннона за рассматриваемый период наблюдений с 1940 г. по 2015 г. (рис.).

Указанному на рисунке коэффициенту детерминации ($R^2 = 0,7919$) соответствует коэффициент корреляции (r), равный 0,89. Согласно шкале Чеддока это означает, что тренд разнообразия уловов рыб из озера Воже характеризуется как «высокий отрицательный» [4].

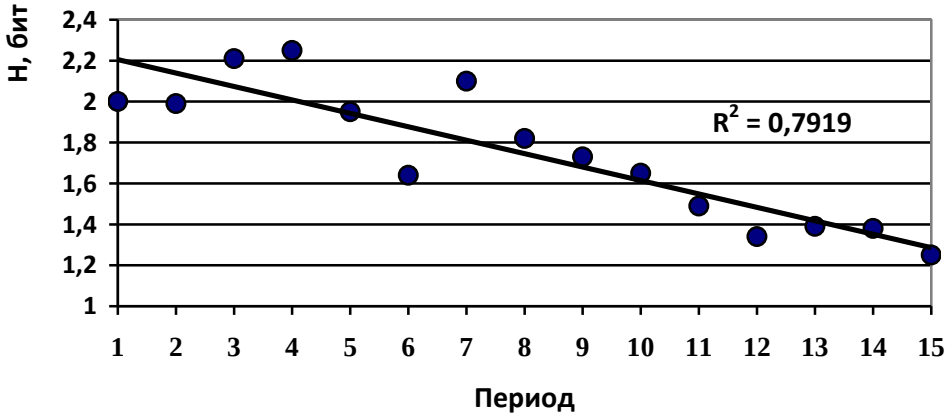


Рис. Динамика разнообразия уловов рыб из озера Воже.

Выводы

Выявлен высокий отрицательный тренд индекса Шеннона (с 2,0 бит до 1,25 бит) для озера Воже за период с 1940 г. по 2015 г., что свидетельствует об уменьшении видового разнообразия. Видовое разнообразие снижалось при сужении комплекса доминантных видов и смене доминантов, а также при переходе некоторых видов в малочисленные или редкие с потерей их промыслового статуса.

Благодарности

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить искреннюю благодарность Мерабу Вахтанговичу Степанову – начальнику отдела продовольственных ресурсов и рыбного хозяйства Департамента сельского хозяйства и продовольственных ресурсов Вологодской области за предоставленные данные об уловах рыб.

Литература

[1] *Болотова Н.Л., Степанов М.В., Фрумин Г.Т., Болотов О.В.* Динамика разнообразия рыбного населения крупных озер Вологодской области. Материалы V Международной научной конференции 12-17 сентября 2016 г., Минск-Нарочь. – Минск: Издательский центр БГУ, 2016. – С. 283-284.

[2] *Болотова Н.Л.* Изменение экосистем мелководных северных озёр в антропогенных условиях: диссертация на соискание учёной степени доктора биологических наук / Н.Л. Болотова. – СПб, 1999. – 550 с.

[3] *Жаков Л.А.* Ихтиоценоз оз. Воже и его использование. / Гидробиология озёр Воже и Лача. – Л.: Наука, 1978. – С.179-195.

[4] *Макарова Н.В., Трофимец В.Я.* Статистика в Excel: Учебное пособие. – М.: Финансы и статистика. 2002. – С. 252.

[5] *Шеннон К.* Работы по теории информации и кибернетике: Пер. с англ. – М.: Иностранная литература. 1963. – 830 с.

S u m m a r y. The factors of the species diversity changes of the fish community were discussed. The Shannon index trends have been revealed on the basis of the fisheries statistics for the Lake Vozhe.

РЕЛЬЕФ ЦЕНТРАЛЬНОЙ САХАРЫ И ЕГО ДИНАМИКА

А.В. Чернов
Московский педагогический государственный университет, г. Москва, Alexey.chernov@inbox.ru

RELIEF OF CENTRAL SAHARA AND ITS DYNAMICS

A.V. Chernov
Moscow pedagogical state university, Moscow

Аннотация. Проводится анализ эоловых и склоновых форм рельефа экстрааридной зоны центральной Сахары. Исследуемая территория – плато Тассилин-Аджер, подразделяется на три геоморфологические области – западную, центральную и восточную, рельеф и геоморфологические процессы, в пределах которых заметно отличаются друг от друга.
Ключевые слова: пустыня, сухие долины, эоловый рельеф, барханы, корразионные формы.

Введение

Настоящий доклад посвящен экспресс-анализу аридных форм рельефа в центральной части Сахары, развитых в песчаных пустынях равнин и каменистых пустынях низкогорий (плато).

Район исследований плато Тассилин-Аджер, расположенное на юго-востоке Алжира. Объекты – каменистые и песчаные западного и восточного предгорий плато и каменистые пустыни самого плато (рис. 1, 2).

Метод – сравнительно-описательный.

Результаты и их обсуждение

Статья написана под впечатлением от обзорной поездки по центральной Сахаре в пределах национального парка «Тассили-Аджер» в конце января 2019 года. Территория южной оконечности этого парка, известная также, как алжирская часть горного массива Тардарт, охватывает три ландшафтно-геоморфологических области, тесно переплетающиеся между собой. Растительность и почвы в этом районе отсутствуют, поэтому едущим критерием выделения ландшафтов здесь является рельеф и основные различия между областями заключаются в рельефе и геоморфологических процессах, происходящих в этих областях.

Первая область расположена в западных предгорьях горного массива, вторая находится в его центральной части, третья занимает равнину к востоку от него. Западная область представляет собой систему невысоких (первые десятки метров) субпараллельных хребтов, полузасыпанных песком. Сложены хребты трещиноватыми песчаниками палеозойского или более раннего возраста. Песок приносится из обширной песчано-глинистой пустыни Д`Адмер, лежащей западнее. Резко континентальный климат вкупе с интенсивными западными ветрами обусловили развитие здесь процессов педиментообразования и формирование своеобразных конусовидных гор, отделенных друг от друга выровненными пространствами – педиментами. Нижние части этих гор представлены осыпями, состоящими из крупных обломков продуктов температурного и морозного выветривания. Последнее обеспечивается наличием в воздушных потоках, переносимых с запада, влаги, которая сначала конденсируется в тре-

щинах на камнях, а при достаточном ее скоплении по ночам замерзает, расширяя трещины и ломая скалы.

Наряду с горами, где еще продолжается процесс педиментизации, существуют обширные выровненные пространства – педиплены, на которых этот процесс уже закончился. Педиплены имеют вид волнистых равнин, покрытых сланцеватыми обломками, создающими своеобразную отмостку, препятствующую дальнейшему разрушению породы.

Центральная область представлена невысокими горами (плато) с абсолютной высотой около 1100 м, а относительной – 100-150 м. Здесь изменяется литологический состав пород – трещиноватые песчаники, легко поддающиеся выветриванию, сменяются более прочными песчаниками; на их аллювиальное происхождение указывает косая слоистость, хорошо сохранившаяся в одном из слоев песчаника. Эти породы, образовавшиеся в позднем докембрии, с тех пор подверглись метаморфизации, о чем говорит наличие кремнесодержащих ядер, часто замещающих толщи песчаника. На деятельность в этих районах активных вулканов в не столь отдаленном геологическом прошлом указывает находка среди песков небольшой вулканической бомбы, явно попавшей на дно древней долины со скалистых склонов древнего вулкана.

Упрочнение песчаников, их усилившаяся неоднородность, а, следовательно, широкое проявление избирательной денудации, заметно отразилось в рельефе средней области Тассилин-Аджера. Здешний рельеф можно было бы назвать долинно-балочным если принять во внимание, что все долинообразные и балкообразные формы полностью лишены водных потоков и заполнены песком. Сухие долины имеют типичную для речных долин древовидную в плане форму, главные (стволовые) долины сильно извилисты. Крупных эоловых форм в узких и извилистых «долинах» не наблюдается, по-видимому, из-за невозможности в таких формах сформироваться сильному и устойчивому по направлению ветровому потоку.

Типичный эрозионный рельеф, но только без признаков воды, указывает на то, что уже неоднократно говорилось – около 6000 лет назад Сахара была достаточно обводнена – здесь протекали крупные и средние реки, в их долинах обитали ныне ушедшие отсюда на более влажный юг слоны, жирафы, крокодилы. Все они запечатлены в виде наскальных рисунков, сделанных древними предками туарегов и берберов в тот период. На одном из наскальных рисунков отчетливо видна лодка с гребцами, управляемая длинным шестом.

Наряду с извилистыми сухими долинами, в пределах низкогорья встречаются расширения – котловины. Их широкое пространство даёт возможность формирования здесь крупных эоловых форм рельефа. Их аккумулятивные разности представлены как типичными барханами, так и своеобразным типом эоловых форм – прислонёнными барханами. Такие формы занимают нижние части склонов окружающих котловины гор, иногда достигая вершин хребтов в их понижениях. Образовались прислоненные барханы при наддувании песка на скалистые препятствия снизу, со стороны котловин. Таким образом, здесь происходит наползание песка вверх по эрозионным понижениям в склонах.

На склонах котловин и на их котловин видны следы обводнения от прошедших здесь в ноябре 2018 года ливней: эрозионные рытвины и округлые поля засохшей глины, покрытые эфемерной растительностью – следы высохших озер, принимавших потоки воды.

Весьма своеобразную картину представляют собой корразионные формы рельефа в пределах котловин и окружающих их хребтов. Благодаря избирательной корразии характерным рельефом являются останцы причудливой формы, подобные останцам в долине гоблинов в США. Здесь можно увидеть останцы-чаши, останцы-верблюды, «собрания старейшин» и др. Широкую известность в Интернете приобрели останцы «ёжик» и «слон». Однако, наибольший интерес представляют естественные арки. Их в данной области много, одна из них изображена на почтовой марке Алжира. В США существует общество по изучению естественных арок и мостов «The Natural Arch and Bridge Society» [1].

Существует устойчивое представление об образовании таких арок в аридных условиях за счет корразии и дефляции. Однако, основатель общества J.H. Wilbur в своем исследовании естественных арок называет целых 20 причин их образования, из которых 9 причин связаны с водной эрозией и в аридном климате не развиваются. Остальные 11 причин могут приводить к образованию арок и без участия карста и эрозии, т.е. в аридных условиях, но эоловое разрушение в чистом виде среди этих причин не значится. Наши наблюдения за арками в Тассилин-Аджере подтверждают этот вывод: воздушные потоки, какой бы силы они не были, не в состоянии проделывать отверстия в прочных каменных стенах размером в несколько метров в диаметре. В лучшем случае они могут образовывать небольшие ниши выдувания, делая поверхность скал ячеистой.

Вместе с тем, при ближайшем рассмотрение скал, в которых образовались арки, можно увидеть, во-первых, что материал этих скал неоднороден – в их склонах и отвесных стенках можно выделить более трещиноватые и более монолитные участки. Ряд гипотез образования аридных арок, предложенных J.H. Wilbur (1993-2007) говорит о влиянии на этот процесс разной плотности пород, различных темпов температурного выветривания в таки х породах, участия морозного выветривания за счет концентрации в них влаги и больших суточных амплитуд температур, разрушений по плоскостям скольжения между разными породами. Во-вторых, у подножья этих арок всегда лежат скопления вывалившихся их них обломков большой крупности. В-третьих, в поверхностях скал можно видеть глубокие выемки, не развившиеся в арки из-за большой толщины скалистых стенок.

Всё это говорит о том, что подобные арки в Сахаре образовались при вываливании из монолитных стенок небольшой мощности ослабленных по той или иной причине горных пород.

Третья область, выделяемая в Тассилин-Аджере – западная окраина обширной пустыни Идехан-Мурзук, основная часть которой находится на территории Ливии. От основной части пустыни область отгорожена невысоким хребтом Ливийский Тадрарт, полузасыпанным песком. В понижениях между отдельными вершинами этого хребта угадываются древние речные долины, по

которым на описываемую территорию выдувается зимними северо-восточными ветрами песок: прослеживаются характерные песчаные конусы выноса высотой около 10 м, с очень размытыми краями. Выдуваемый песок группируется в барханы, направленные в своем движении с севера на юг, вдоль восточного края массива Тассилин-Аджер.

Выводы

Таким образом, суммируя все наблюдения, сделанные на маршруте по юго-восточной оконечности горного массива Тассили-Аджер, можно отметить, что в настоящее время в разных его частях господствуют аридные геоморфологические процессы: педиментизация и образование педипленов в западных предгорьях массива, корразия и образование барханов различных типов в центральной – горной части Тассилин-Аджера, и эоловая аккумуляция с образованием барханов из песка, принесенного из лежащей восточнее пустыни Идехан-Мурзук. По крупности песок как западных, так и восточных предгорий Тассилин-Аджера является мелкозернистым, однако на востоке он имеет красноватый цвет, тогда как на западе он белесый. Сказать, связано ли это с составом этих разновидностей песков, или с влиянием климата, более засушливого к востоку от Тассилин-Аджера, без знания минералогического состава песков затруднительно.

Литература

[1] http://www.naturalarches.org/index.html (Span. Quarterly issues of the Bulletin of the Society Natural Arches and Bridges – USA, 2010-2019)

S u m m a r y. Analyses of Aeolian and slope landforms extrarenal zones of the Central Sahara. The study area-Tassilin-Ajer plateau-is divided into three geomorphological regions – Western, Central and Eastern, relief and geomorphological processes, within which differ markedly from each other.

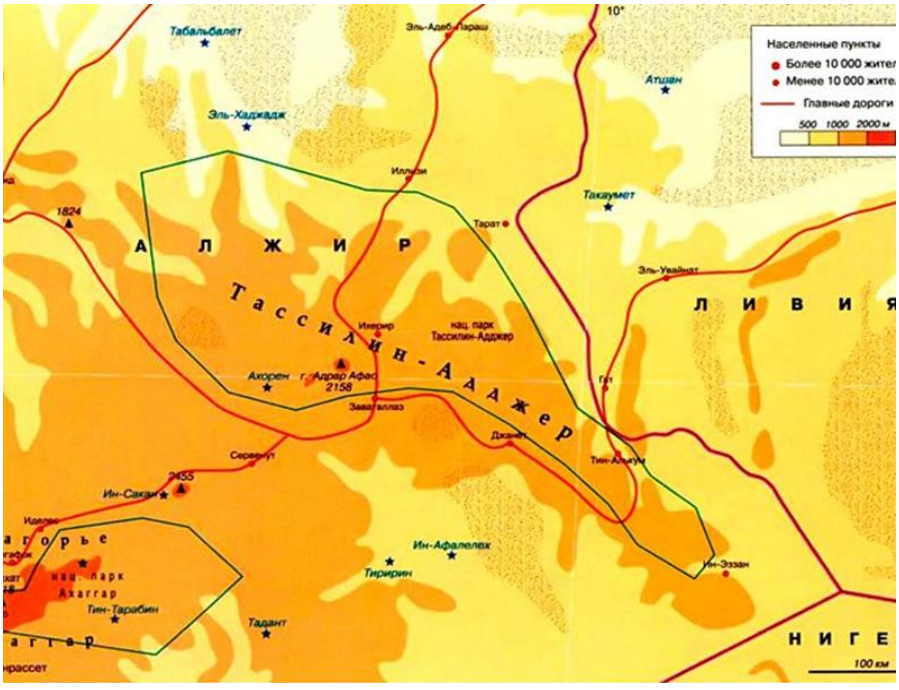


Рис. 1. Плато Тассилин-Аджер на географической карте.

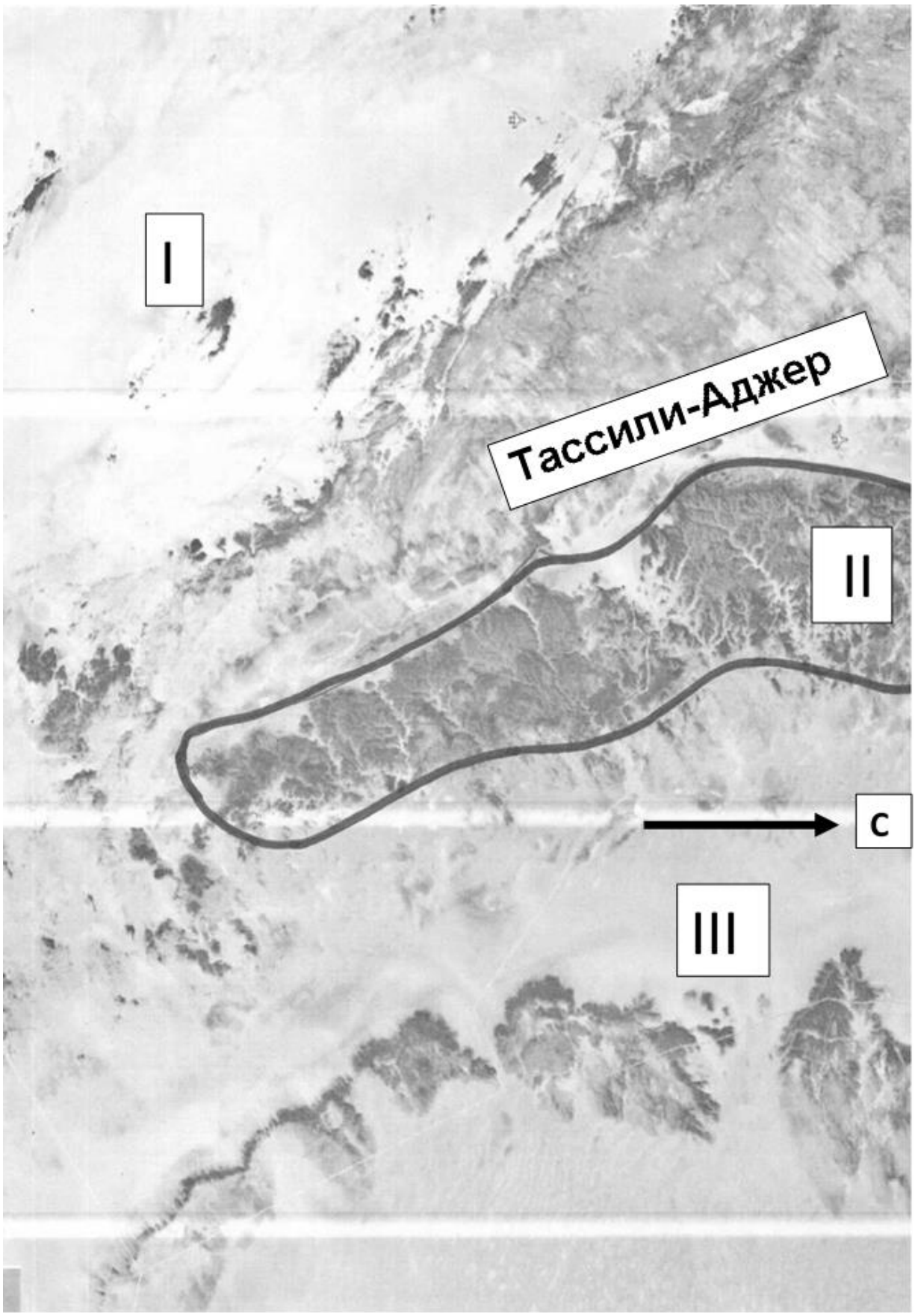


Рис. 2. Плато Тассилин-Аджер на космическом снимке.

РАССЕЯННОЕ ОСАДОЧНОЕ ВЕЩЕСТВО В СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ ПРИМОРСКОГО РАЙОНА АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ В КОНЦЕ ЗИМНЕГО ПЕРИОДА

В.П. Шевченко, Д.П. Стародымова, С.К. Белоруков, А.Г. Боев, В.Б. Коробов, А.С. Лохов, А.Е. Яковлев

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва, vshevch@ocean.ru

DISPERSED SEDIMENTARY IN SNOW COVER OF PRIMORSKY DISTRICT OF ARKHANGELSK REGION AT THE END OF WINTER

V.P. Shevchenko, D.P. Starodymova, S.K. Belorukov, A.G. Boev, V.B. Korobov, A.S. Lokhov, A.E. Yakovlev

Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow

Аннотация. В докладе представлены результаты исследования рассеянного осадочного вещества (нерастворимых частиц) в снежном покрове Приморского района Архангельской области в конце зимнего периода. На фоновых участках концентрация нерастворимых частиц в снежном покрове находится на характерном для Арктики уровне. Концентрации возрастают в городах и вблизи шоссе. В составе рассеянного осадочного вещества преобладают литогенные и биогенные частицы. Во всех пробах присутствуют антропогенные частицы (пепел и сажа), доля которых возрастает в г. Архангельске.

Ключевые слова: рассеянное осадочное вещество, снежный покров, природные архивы, загрязнение, водосборный бассейн, черный углерод

Введение

Снежный покров является природным архивом вещества, поступающего из атмосферы [1, 2, 4, 7, 10, 17]. Снег сохраняется на поверхности почвы или льда и таким образом фиксирует атмосферные выпадения за снежный период года. Нерастворимые микро- и наночастицы (рассеянное осадочное вещество), содержащиеся в снежном покрове, характеризуют зимнюю атмосферу, когда суша покрыта снегом, а реки, озера, моря – слоем льда, т.е. поступление аэрозольного вещества из почвы прилегающих районов минимально, поэтому главное значение приобретает вещество, переносимое в атмосфере от дальних различных источников или от локальных антропогенных источников [3, 5, 6, 11, 12, 14-16, 19, 21, 22].

Объекты и методы

Рассеянное осадочное вещество было изучено в конце зимнего периода 5-7 марта 2018 г. на 3 участках: 1) оз. Пикалёво, в 120 км от г. Архангельска и в 70 км от г. Северодвинска в западном направлении и на расстоянии около 3 км от шоссе Северодвинск – Онега (точка 1); 2) протока Кузнечиха в районе Соломбала г. Архангельска (точка 2); 3) оз. Заднее, вблизи от шоссе Архангельск – Вологда, в 25 км к югу от Архангельска (точки 3-9). Расположение участков показано на рис. 1. Снег отбирался из шурфов с измеренной площадью и глубиной до льда в чистые пластиковые пакеты. В лаборатории снег был растоплен при комнатной температуре в пластиковых ведрах. После этого талую снеговую воду фильтровали под вакуумом через лавсановые ядерные фильтры с диаметром пор 0,45 мкм.

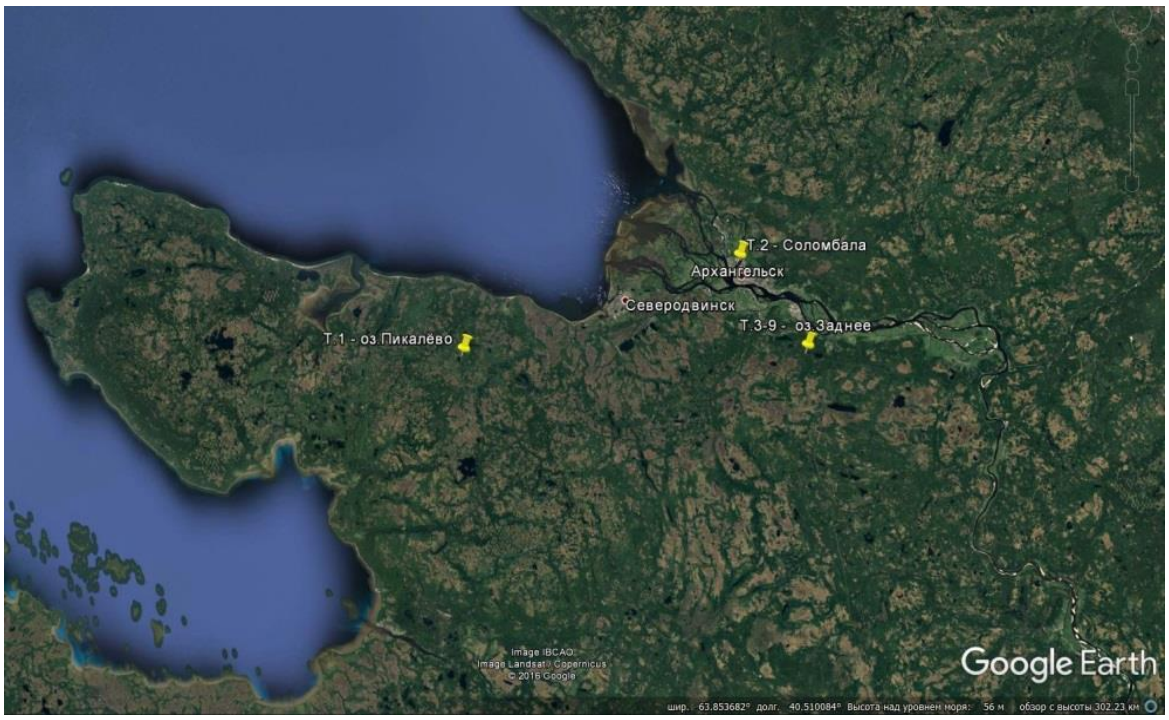


Рис. 1. Схема расположения точек отбора проб снега.

В лаборатории от каждого ядерного фильтра был отрезан кусочек размером 5×5 мм, который был наклеен на подложку из алюминиевой фольги и напылён золотом. После этого нерастворимые частицы снега исследовали методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) на микроскопе VEGA 3 (Tescan). Элементный состав частиц определяли с помощью энергодисперсионного микроанализатора (микрозонда) Oxford X-MAX в диапазоне напряжений 0-20 кВ. Метод позволяет определять содержание элементов, превышающие 0,2%. Подробнее о методе отбора проб можно прочитать в работах [9, 14, 16].

Результаты и их обсуждение

Наиболее низкая концентрация нерастворимых частиц (1,11 мг/л) была отмечена на льду озера Пикалёво. Это значение практически совпадает с концентрацией нерастворимых частиц в снеге на этом озере (1,1 мг/л) 29 февраля 2016 г. [13] и находится на фоновом уровне как для Арктики, так и для водосборного бассейна Белого моря [16, 19, 21].

Концентрация нерастворимы частиц в снежном покрове на льду около левого берега протоки Кузнечиха в Соломбале составляла 3,39 мг/л, что значительно ниже концентраций, измеренных нами вблизи этой точки в дельте Северной Двины в конце зимы в 2005 и 2006 гг. (в среднем 9,54 и 11,9 мг/л, соответственно) [21]. Связано это, по-видимому, с уменьшение загрязнения атмосферы Архангельска в результате перевода Архангельской ТЭЦ на использование в качестве топлива природного газа вместо мазута [8].

Наиболее высокие концентрации нерастворимых частиц на льду озера Заднего отмечены вблизи шоссе Архангельск – Вологда (7,24 мг/л в 20 м от шоссе). По мере удаления от шоссе концентрации частиц убывают до 1,38 мг/л в 540 м от шоссе (рис. 2).

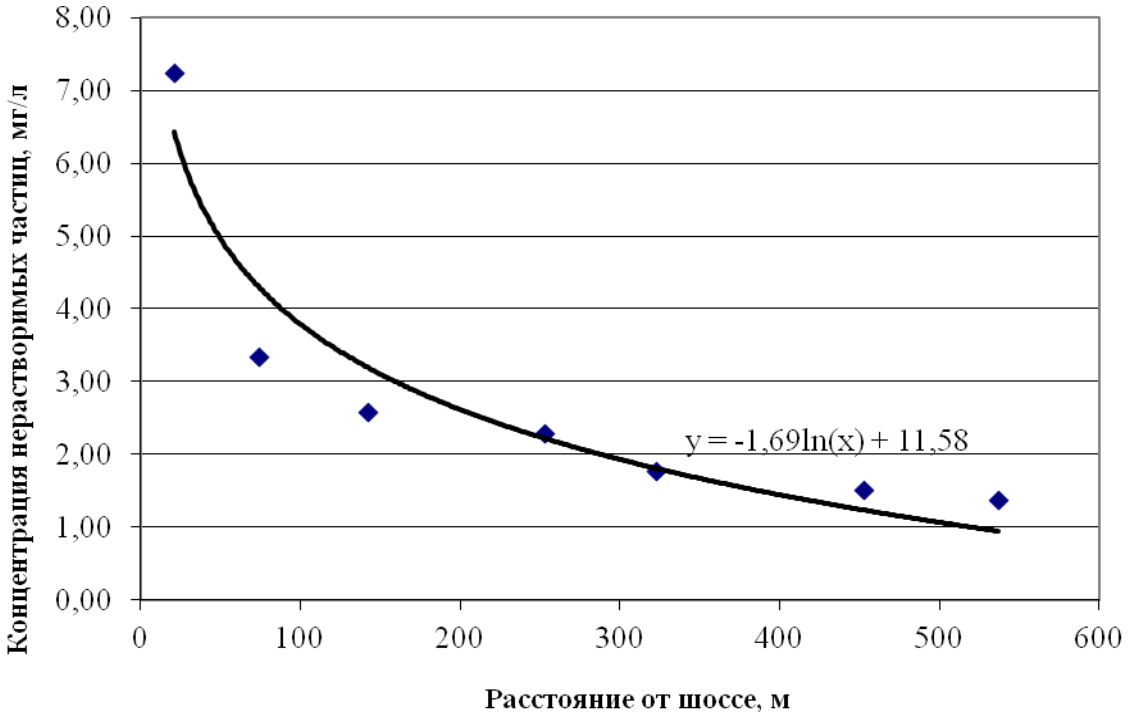


Рис. 2. Зависимость концентрации рассеянного осадочного вещества в снежном покрове озера Заднего от расстояния от шоссе Архангельск – Вологда. Показана логарифмическая линия тренда.

По результатам просмотра проб под сканирующим электронным микроскопом было выявлено преобладание в рассеянном осадочном веществе снежного покрова на озере Пикалёво минеральных (литогенных) частиц размером менее 10 мкм и биогенных частиц (споры, пыльца, растительные волокна). На льду протоки Кузнечиха существенную часть рассеянного осадочного вещества составляли антропогенные (пепел и черный углерод) и биогенные частицы. Во всех пробах отмечено присутствие частиц черного углерода, которые образуются при неполном сгорании различных видов топлива и окрашивает снег в серый (черный) цвет, снижая способность снежного покрова отражать солнечный свет, что, вероятно, влияет на потепление климата в Арктике [18, 20].

В снежном покрове озера Заднего на ближних к шоссе точках преобладали минеральные зёрна (в первую очередь кварц и полевые шпаты), выдуваемые ветром с шоссе, где песок используется в качестве средства борьбы с гололёдом. По мере удаления от шоссе возрастала доля биогенных и антропогенных (пепел и черный углерод) частиц.

Выводы

Таким образом, было показано, что на фоновых участках Приморского района Архангельской области концентрация рассеянного осадочного материала (нерастворимых частиц) в снежном покрове находится на фоновом для Арктики уровне. Концентрации возрастают в г. Архангельске и вблизи шоссе.

Основными компонентами рассеянного осадочного вещества в изученных пробах снежного покрова являются литогенные и биогенные частицы. Во всех

пробах отмечены антропогенные частицы (пепел и черный углерод), доля которых возрастает в г. Архангельске.

Благодарности

Авторы благодарят академика А.П. Лисицына за поддержку и ценные советы. Обобщение результатов было выполнено при поддержке РФФИ (грант № 19-05-00938-а).

Литература

[1] *Василевич М.И., Безносиков В.А., Кодратёнок Б.М*. Накопление растворимых и малорастворимых форм металлов в снежном покрове таёжной зоны Европейского северо-востока России. / Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2015. № 2. С. 111-118.

[2] *Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д*. Мониторинг загрязнения снежного покрова. Л.: Гидрометеоиздат, 1985. 181 с.

[3] *Голохваст К.С., Соболева Е.В., Никифоров П.А. и др*. Анализ нано- и микрочастиц в снеге г. Уссурийск. / Вода: химия и экология. 2012. № 11. С. 108-112.

[4] *Касимов Н.С., Кошелева Н.Е., Власов Д.В., Терская Е.В*. Геохимия снежного покрова в Восточном округе Москвы. / Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2012. № 4. С. 14-24.

[5] *Лисицын А.П*. Новый тип седиментогенеза в Арктике – ледовый морской, новые подходы к исследованию процессов. / Геология и геофизика. 2010. Т. 15. № 1. С. 18-60.

[6] *Лисицын А.П*. Процессы в водосборе Белого моря: подготовка, транспортировка и отложение осадочного материала, потоки вещества, концепция «живого водосбора». / Система Белого моря. Т. I. Природная среда водосбора Белого моря. М.: Научный мир, 2010. С. 353-445.

[7] *Рапута В.Ф., Таловская А.В., Коковкин В.В., Язиков Е.Г*. Анализ данных наблюдений аэрозольного загрязнения снегового покрова в окрестностях Томска и Северска. / Оптика атмосферы и океана. 2011. Т. 24. № 1. С. 74-78.

[8] Состояние окружающей среды в муниципальном образовании «Город Архангельск» в 2014 г. Архангельск, 2015. 64 с.

[9] *Стародымова Д.П., Шевченко В.П., Белоруков С.К. и др*. Геохимия рассеянного осадочного вещества снега в Приморском районе Архангельской области. / Успехи современного естествознания. 2018. № 2. С. 140-145.

[10] *Таловская А.В., Симоненков Д.В., Филимоненко Е.А. и др.* Исследование состава пылевого аэрозоля на фоновой и городской станциях наблюдения в Томском регионе зимой 2012/13 г. // Оптика атмосферы и океана. 2014. Т. 27. № 11. С. 999-1005.

[11] *Чагина Н.Б., Айвазова Е.А., Иванченко Н.Л. и др*. Исследование содержания тяжелых металлов в снеговом покрове г. Архангельска и оценка их влияния на здоровье населения. / Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Естественные науки. 2016. № 4. С. 57-68.

[12] *Шевченко В.П*. Аэрозоли – влияние на осадконакопление и условия среды в Арктике. Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. М., 2000. 213 с.

[13] *Шевченко В.П., Белоруков С.К., Боев А.Г. и др*. Нерастворимые частицы в снежном покрове Архангельской области в конце зимнего периода. / Научный альманах. 2016. № 12-2. С. 405-414.
[14] *Шевченко В.П., Воробьев С.Н., Кирпотин С.Н. и др*. Исследование нерастворимых частиц в снежном покрове Западной Сибири на профиле от Томска до эстуария Оби. / Оптика атмосферы и океана. 2015. Т. 28. № 6. С. 499-504.
[15] *Шевченко В.П., Коробов В.Б., Лисицын А.П. и др*. Первые данные о составе пыли, окрасившей снег на Европейском севере России в желтый цвет (март 2008 г.). / Доклады Академии наук. 2010. Т. 431. № 5. С. 675-679.
[16] *Шевченко В.П., Лисицын А.П., Штайн Р. (Stein R.) и др*. Распределение и состав нерастворимых частиц в снеге Арктики. / Проблемы Арктики и Антарктики. № 75. Санкт-Петербург: ААНИИ, 2007. С. 106-118.
[17] *Callaghan T.V., Johansson M., Brown R.D. et al*. Changing snow cover and its impacts. / Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic (SWIPA): Climate Change and the Cryosphere. Oslo: Arctic Monitoring and Assessment Programme, 2011. P. 4.1-4.58.
[18] *Evangeliou N., Shevchenko V.P., Yttri K.E. et al.* Origin of elemental carbon in snow from western Siberia and northwestern European Russia during winter–spring 2014, 2015 and 2016. / Atmospheric Chemistry and Physics. 2018. V. 18. P. 963-977.
[19] *Mullen R.E., Darby D.A., Clark D.L.* Significance of atmospheric dust and ice rafting for Arctic sediment // Geol. Soc. America Bull. 1972. V. 83. P. 205-212.
[20] *Quinn P.K., Stohl A., Arneth A. et al.* The Impact of Black Carbon on Arctic Climate. Oslo: Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), 2011. 72 p.
[21] *Shevchenko V.P., Lisitsyn A.P., Vinogradova A.A. et al*. Dispersed sedimentary matter of the atmosphere // Biogeochemistry of the Atmosphere, Ice and Water of the White Sea: The White Sea Environment. Part I / A.P. Lisitsyn, V.V. Gordeev (eds.). The Handbook on Environmental Chemistry. V. 81. Springer Nature, 2018. P. 9-46.
[22] *Zdanowicz C.M., Zielinski G.A., Wake C.P.* Characteristics of modern atmospheric dust deposition in snow on the Penny Ice Cap, Baffin Island, Arctic Canada // Tellus. 1998. V. 50B. P. 506-520.

S u m m a r y. The report presents the results of a study of dispersed sedimentary substances (insoluble particles) in the snow cover of the Primorsky District of the Arkhangelsk Region at the end of the winter period. In the background areas, the concentration of insoluble particles in the snow cover is at a level characteristic of the Arctic. Concentrations are increasing in cities and near the highway. The composition of the dispersed sedimentary substance is dominated by lithogenic and biogenic particles. All samples contain anthropogenic particles (ash and black carbon), the proportion of which increases in the city of Arkhangelsk.

ВЛИЯНИЕ ТЕКУЩЕГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА БОЛЬШИЕ ЛЕДНИКИ ГРУЗИИ

Л.Д. Шенгелия*, Г.И. Кордзахия*, Г.А. Тваури**, М. Ш. Дзадзамия***
**Грузинский технический университет, институт гидрометеорологии, г. Тбилиси, Грузия, larisa.shengelia@gmail.com, giakordzakhia@gmail.com*
***Тбилисский государственный университет им. И. Джавахишвили, институт геофизики им. М. Нодия, г.Тбилиси, Грузия, gena_tvauri@yahoo.com*
****Национальное агентство по окружающей среде, г.Тбилиси, Грузия, murmani.dzadzamia@gmail.com*

IMPACT OF THE CURRENT CLIMATE CHANGE ON THE LARGE GLACIERS OF GEORGIA

L.D. Shengelia*, G.I. Kordzakhia*, G.A. Tvauri**, M.S. Dzadzamia***
**Georgian technical university, institute of hydrometeorology, Tbilisi, Georgia,*
***Tbilisi state university of I. Dzhavakhishvili, institute of a geophysics of M. Nodia, Tbilisi, Georgia*
****The national environmental agency, Tbilisi, Georgia*

Аннотация. Ледники являются важным природным ресурсом, так как, они содержат большое количество пресной воды. Установлено, что под влиянием текущего изменения климата происходит ускоренная деградация ледников. Спутниковое дистанционное зондирование с высоким разрешением используется для проведения научно обоснованных исследований с целью выявления текущего воздействия изменения климата на состояние крупных ледников в Грузии. Это позволяет в условиях ограниченных ресурсов и времени одновременно исследовать ледники с нужной детализацией и точностью. В работе установлено, что отступление больших ледников Гергетского (Восточная Грузия) и Адишского (Западная Грузия) носит нелинейный характер и этот процесс протекает более активно в Восточной Грузии, чем в ее Западной части. По одному из сценариев изменения климата определены предполагаемые даты их полного таяния.

Ключевые слова: Ледники Грузии, изменение климата, спутниковое дистанционное зондирование.

Введение

Ледники являются важным природным ресурсом, так как, они содержат большое количество пресной воды. Установлено, что под влиянием текущего изменения климата происходит ускоренная деградация ледников [1], что является причиной возрастания частоты и интенсивности гляциологических и гидрологических катастроф, повышения уровня моря и изменения речного стока.

Глобальное потепление климата негативно воздействует на ледники, в частности, на большие ледники площадью более 2 км^2. В работе рассмотрено отступление больших ледников: Гергети (Восточная Грузия) и Адиши (Западная Грузия).

Регион исследований, объекты и методы

Регионом исследования является территория Большого Кавказского хребта Грузии, где расположены большое количество ледников. Объектом исследования являются большие ледники. Методология представлена в ряде работ [2–4, 9].

После раздела СССР в Грузии прекратились стационарные и экспедиционные полевые работы по гляциологическому мониторингу. В последние годы проводятся лишь эпизодические полевые гляциологические работы. Для проведения научно обоснованных исследований по изучению влияния изменения текущего климата на состояние больших ледников Грузии, необходимо использовать данные спутникового дистанционного зондирования (СДЗ) Земли высокого разрешения, что даёт возможность, при условии ограниченных ресурсов и времени, одновременного изучения ледников с нужной детализацией и точностью.

С использованием данных СДЗ стало возможным определение основных параметров ледников. Одновременно, используются исторические данные, схемы расположения ледников, хранящиеся в каталоге ледников [5-8], материалы полевых работ и экспертные знания. Методология также предусматривает контроль качества и оценки данных, что является предпосылкой для получения успешных результатов. Таким образом, для проведения работ был использован комплексный метод, разработанный авторами [2-4, 9].

В СССР 1960−70-ые годы была проведена большая работа по сбору информации о состоянии ледников, на основе которой был создан каталог ледников СССР (далее каталог). В данном каталоге ледники Грузии не выделены отдельно. Ледники Грузии рассмотрены в [5-8].

Обсуждение результатов

В работе рассмотрено отступление больших ледников: Гергети (Восточная Грузия) и Адиши (Западная Грузия). Исследования проводились по отдельности, как для Западной, так и для Восточной Грузии, что обосновано климатически.

С использованием **с**путникового дистанционного мониторинга (СДМ), установлена динамика отступления больших ледников на основе определения отдельных местоположений перемещения конца языка ледника. Для простоты мониторинга подобраны ледники, конец языка которых свободен от обломочных материалов. Для контроля качества определения результатов, использованы данные полевых наблюдений национального агентства окружающей среды.

В таблице 1 представлены характеристики ледников Гергети (Восточная Грузия) и Адиши (Западная Грузия) по данным СДМ и каталога.

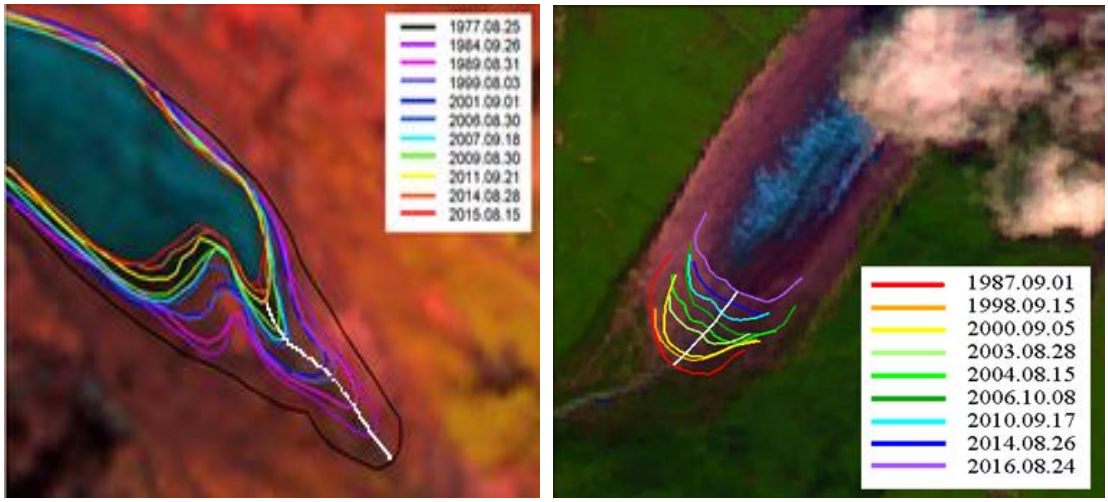
Таблица 1

Характеристистики ледников Гергети и Адиши

Характ. / Имя ледника	Длина (км)		Площадь (кв. км)		Миним. высота (м)		Максим. высота (м)		Высота фирновой линии (м)		Площадь области Абляции (кв. км)	
	СДЗ	Кат.	СДЗ	Кат.	СДЗ	Кат.	СДЗ	Кат.	ДЗЗ	Кат.	ДЗЗ	Кат.
Гергети	7.1	8.5	5.2	8.3	3091	2870	4936	5030	3771	3650	1.5	2.3
Адиши	7.1	7.9	9.3	9.9	2400	2310	4931	4000	3475	3430	–	–

Максимальная длина ледника Гергети составляет 7,1 км по спутниковыми данным и 8,5 км по каталогу. Это означает, что за 50 лет его длина сократилась на 1400 метров, или примерно в среднем на 28 метров в год. Соответственно длина ледника Адиши была сокращена в среднем до 16 метров в год.

Методология определения скорости отступления больших ледников представлена в работе [2]. Используются данные разных сенсоров спутника Landsat, при этом результаты в значительной степени определяются уровнем обработки данных. Учитывается время получения данных, а также облачность, хотя в некоторых случаях, изображения с высокой облачностью также оказались репрезентативными. На рис.1 представлены схематические рисунки отступления ледников Гергети и Адиши, полученные на основе СДМ. Местоположение ледников в разные годы представлены контурами разного цвета. Используя ломанную линию белого цвета (рис.1), пересекающей контуры, рассчитывается длина отступления ледников для Гергети и Адиши на фоне спутниковых снимков Landsat 8 для Гергети − от 5 августа 2015 года, а для Адиши − от 24 августа 2016 года.



а б

Рис. 1. Схематические рисунки отступления ледников: Гергети (а) и Адиши (б).

В таблице 2 представлены местоположения конца языка ледника Гергети и длина отступления в разные годы по данным **С**ДМ.

Таблица 2

Местоположения конца языка ледника Гергети и длина отступления в разные годы по данным **С**ДЗ

№	Дата	Координаты		Отступление от предыдущего местоположения (м)	Суммарное отступление (м)
		Долгота	Широта		
1	8/25/1977	42.664006°	44.558418°	0	0
2	9/26/1984	42.664683°	44.557493°	106	106
3	8/31/1989	42.665486°	44.556670°	111	217
4	8/3/1999	42.666306°	44.555701°	122	339
5	9/1/2001	42.666503°	44.555308°	40.6	379.6

6	8/30/2006	42.667224°	44.553724°	152	531.6
7	9/18/2007	42.667407°	44.553513°	25.4	557
8	8/30/2009	42.667635°	44.553219°	38.2	595.2
9	9/21/2011	42.668386°	44.552674°	94.9	690.1
10	8/28/2014	42.668662°	44.552612°	31.7	721.8
11	8/15/2015	42.668917°	44.552400°	34.4	756.2

По данным СДМ построен график изменения отступления ледника и соответствующий тренд (рис. 2 а). Начальное положение соответствует 1977 году. Для лучшего отображения влияния изменения климата на отступление ледника Гергети, период наблюдений разделён на два периода: 1977-2001гг. и 2001-2015 гг. и построены соответствующие графики (рис. 2 б).

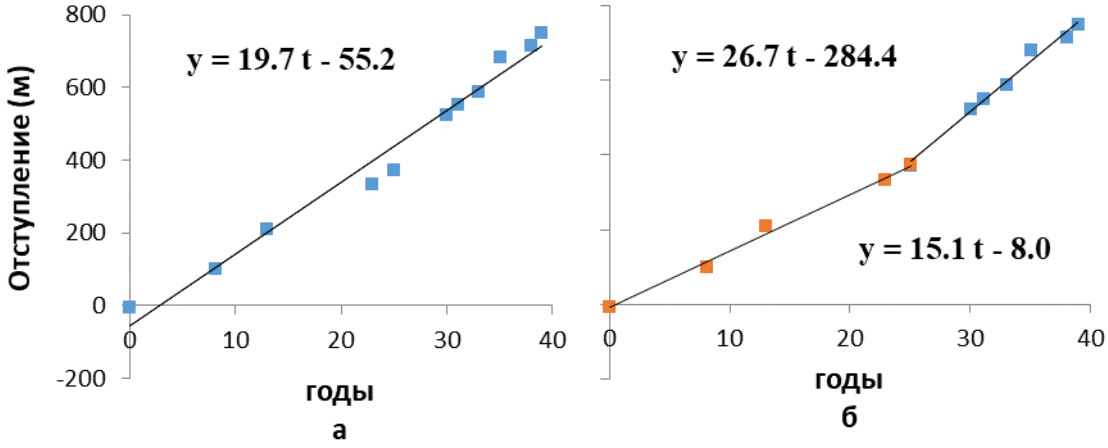


Рис. 2. Динамика отступления ледника Гергети по данным СДЗ за 1977−2015 гг. (а);
Тенденция отступления ледника Гергети для периодов 1977−2001 гг. и 2001−2015 гг. (б).

Анализ показывает, что скорость отступления ледника Гергети: 1. В полном периоде составляет 19.7 м/год; 2. В первом периоде − 15.1 м/год; 3. Во втором периоде − 26.7 м/год. Отступление во втором периоде значительно больше, чем в первом периоде, т.е отступление ледника носит нелинейный характер, что говорит о растущем влиянии изменения климата на отступление ледника Гергети. Для контроля качества определения скорости отступления ледника Гергети использованы данные полевых наземных наблюдений 1977−2013 гг. (табл. 3)

Таблица 3

Местоположение конца языка ледника Гергети и длина отступления в разные годы по данным полевых наземных наблюдений

№	Дата	Координаты		Отступление от предыдущего местоположения (м)	Суммарное отступление (м)
		Долгота	Широта		
1	1978	42.664162	44.558194	0	0
2	1990	42.664746	44.557606	79	79
3	2000	42.665922	44.556443	174	253
4	2011	42.668103	44.553074	400	653
5	2013	42.668567	44.5527	65	718

По данным полевых наземных наблюдений, определена динамика отступления ледника Гергети (рис. 3 а). Для большей информативности период наблюдений разделён на два периода: 1977-2000 гг. и 2000-2013 гг. Соответствующие тренды представлены на рисунке 3 б.

Анализ полученных данных показывает, что скорость отступления ледника Гергети: 1. В полном периоде составляет 21.4 м/год; 2. В первом периоде − 11.3 м/год; 3. Во втором периоде − 35.9 м/год.

Модуль разности между данными наземных наблюдений и СДМ составляет: 1. В полном периоде 1.7 м/год; 2. В первом периоде − 3.8 м/год; 3. Во втором периоде − 9.2 м/год. Это указывает на хорошее совпадение данных наземных наблюдений и СДМ. Разницу между ними можно объяснить разницей между реперами и периодами наблюдений.

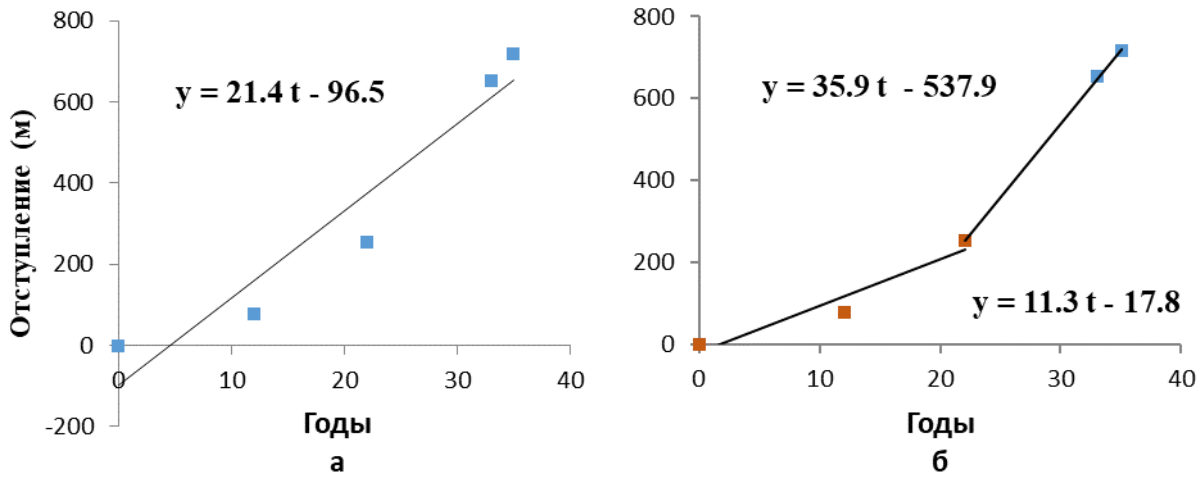


Рис. 3. Отступление ледника Гергети на основе данным полевых наземных наблюдений за 1978−2013 гг. (а); Тенденция отступления ледника Гергети для периодов 1978-2000 гг. и 2000−2013 гг. (б)

Как было отмечено выше, для Западной Грузии рассмотрено отступление ледника Адиши по данным СДМ 1987−2017 гг. (рис. 1).

В таблице 4 представлены местоположения конца языка ледника и длина отступления в разные годы.

По данным СДМ построен график отступления ледника и соответствующий тренд (рис. 4а). Начальное положение соответствует 1987 году. Для лучшего отображения влияния изменения климата на ледник Адиши, период наблюдений разделён на два периода: 1987−2000 гг. и 2000−2016 гг. (рис. 4 б).

Анализ показывает, что скорость отступления ледника Адиши: 1. В полном периоде составляет 16.1 м/год; 2. В первом периоде – 7.5 м/год; 3. Во втором периоде – 18.9 м/год. Отступление во втором периоде значительно больше, чем в первом периоде, т.е отступление ледника носит нелинейный характер.

Таблица 4

Местоположение конца языка ледника Адиши и длина отступления в разные годы по данным СДМ

#	Дата	Координаты		Отступление от предидущего местоположения (м)	Сумарное отступление (м)
		Долгота	Широта		
1	08/06/1986	42.984694°	42.989124°	0	0
2	09/10/1987	42.984850°	42.989217°	21	21
3	09/23/1989	42.985194°	42.989421°	17.8	38.8
4	10/07/1991	42.985233°	42.989440°	12.8	51.6
5	08/22/1992	42.985225°	42.989433°	4.3	55.9
6	08/28/1994	42.985278°	42.989460°	17.6	73.5
7	09/02/1996	42.985452°	42.989572°	6.3	79.8
8	09/08/1998	42.985860°	42.989948°	18.4	98.2
9	08/18/1999	42.748452°	43.696962°	46.8	145
10	09/05/2000	42.748477°	43.696988°	32	177
11	09/07/2001	42.986392°	42.990421°	24	201
12	08/15/2004	42.749407°	43.697853°	44	245
13	08//18/2005	42.749470°	43.697927°	24	269
14	08/16/2007	42.749628°	43.698107°	22	291
15	08/29/2009	42.749862°	43.698278°	33	324
16	09./17/2010	42.750072°	43.698735°	29	353
17	09/19/2011	42.991630°	42.987524°	25	378
18	08/26/2014	42.750437°	43.699260°	56	434
19	08/24/2016	42.750536°	43.699426°	26	460
20	09/12/2017	42.988469°	42.992491°	28	488

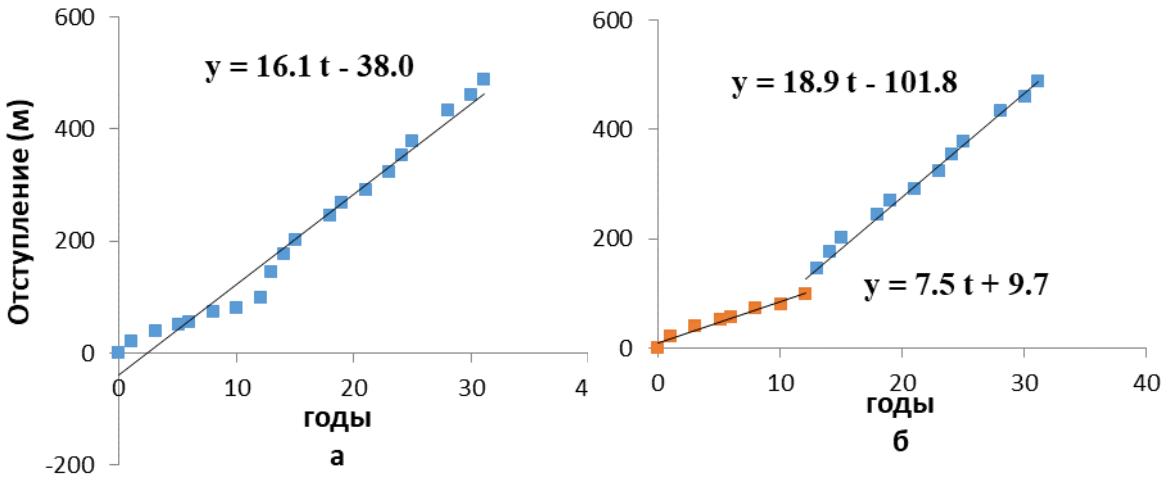


Рис. 4. Динамика отступления ледника Адиши по данным СДМ за 1987–2016 гг. (а); Тенденция отступления ледника Адиши для периодов 1987–2000 гг. и 2000–2016 гг. (б).

Для контроля качества данных скорости отступления ледника Адиши использованы данные наземных наблюдений за 1985-2012 гг. (табл. 5)

Таблица 5

Местоположение конца языка ледника Адиши и длина отступления в разные годы по данным полевых наземных наблюдений

№	Дата	Координаты		Отступление от предыдущего местоположения (м)	Суммарное отступление (м)
		Долгота	Широта		
1	1985	42.989886°	42.984383°	0	0
2	1990	42.990750°	2.985383°	29	29
3	2002	2.990950°	42.985617°	161	190
4	2008	–	–	51	242
5	2012	42.992308°	42.986439°	111	352

По данным полевых наземных наблюдений определена динамика отступления ледника Адиши (рис. 5 а). Для большей информативности период наблюдений разделён на два периода: 1985-2002 гг. и 2002-2012 гг. Соответствующие тренды представлены на рисунке 5 б.

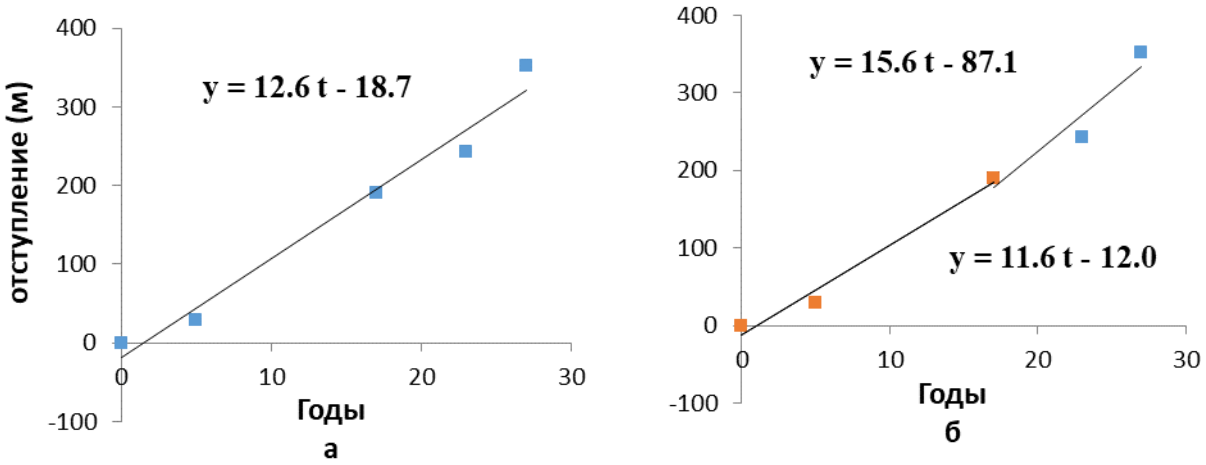


Рис. 5. Динамика отступления ледника Адиши по данным полевых наземных наблюдений 1985-2012 гг. (а); Тенденция отступления ледника Адиши для периодов 1985–2002 гг. и 2002–2012 гг. (б)

Анализ полученных данных показывает, что скорость отступления ледника Адиши: 1. В полном периоде составляет 12.6 м/год; 2. В первом периоде - 11.6 м/год; 3. Во втором периоде – 15.6 м/год.

Модуль разности между данными наземных наблюдений и СДМ составляет: 1. В полном периоде 2.5 м/год; 2. В первом периоде − 4.1 м/год; 3. Во втором периоде − 3.3 м/год. Это указывает на хорошее совпадение скоростей отступления ледников по данных наземных наблюдении и СДМ. Разницу между ними можно объяснить разницей между реперами и периодами наблюдений.

Отступление ледников Гергети и Адиши носят нелинейный характер.

Для определения даты полного таяния этих ледников мы рассмотрели сценарий изменения климата по обычному бизнесу (Business as Usual /BaU/). На основе проведенных исследований, было установлено, что отступление ледни-

ков с большой вероятностью можно описать параболами. Для Гергети уравнение параболы имеет вид $y=0.2047t^2+12.201t$, а для Адиши − $y=0.2439t^2+8.4474t$. Соответствующие графики представлены на рисунке 6

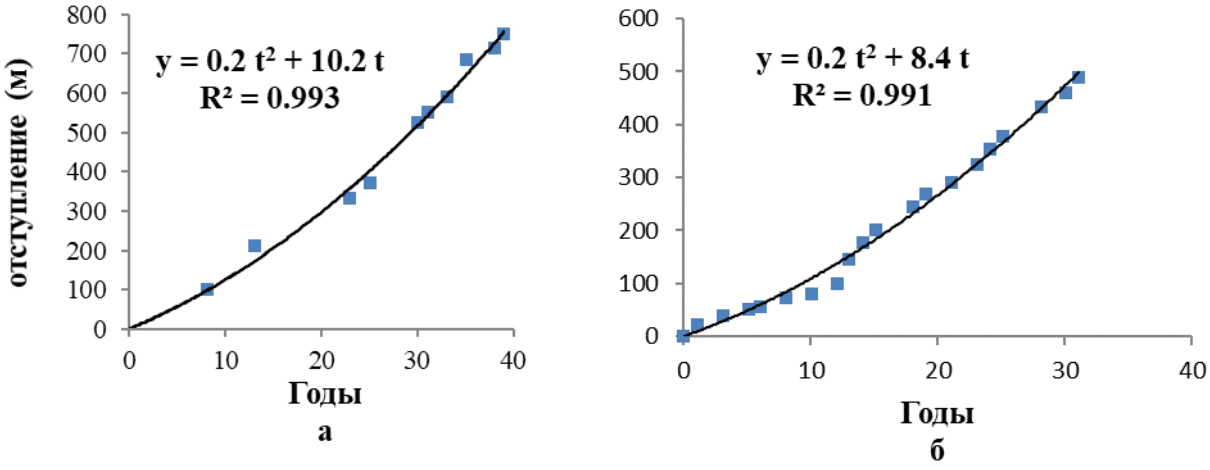


Рис. 6. Отступление ледника Гергети (а); Отступление ледника Адиши (б)

В таблице 6 приведены характеристики для расчёта предполагаемой даты полного таяния ледников.

Таблица 6

Характеристики для расчёта предполагаемой даты полного таяния ледников Гергети и Адиши

a	b	c	d	e	f	g	h
Имя	Конечная длина по СДЗ (м)	Суммарное отступление (м)	Длина возможного таяния y=b+c	Решение уравнения t_1 (год)	Год начала отчета	Конечный год СДЗ	Год полного таяния [f+e]
Гергети	7100	756	7856	168	1977	2015	**2145**
Адиши	7100	437	7537	139	1987	2016	**2146**

Для примера рассчитаем предполагаемую дату полного таяния ледника Гергети. Для этого в уравнение $y=0.2\ t^2+12.2\ t$ вставим значение y=7856 м и рассчитаем положительный корень уравнения. В нашем случае $t_1=168$ год. Предполагаемая дата полного таяния ледника Гергети будет сумма года начала отчета и $t_1=168$ год, т.е. $t= t_1+1977=2145$ год. Аналогичными расчётами получено, что предполагаемая дата полного таяния ледника Адиши 2146 год.

Выводы

1. Полученные результаты отражают влияние изменения текущего климата на состояние больших ледников Грузии.

2. Установлено, что отступление Гергетского (Восточная Грузия) и Адишского (Западная Грузия) ледников имеет нелинейный характер;

3. Отступление больших ледников протекает более активно в Восточной Грузии, чем в ее Западной части.

4. По одному из сценариев изменения климата определены предполагаемые даты полного таяния ледников.

Литература

[1] *Bates B.C., Z.W. Kundzewicz, S.Wu and J.P. Palutikof*, Eds., 2008: Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC Secretariat, Geneva, 210 pp.

[2] *Kordzakhia G., Shengelia L., Tvauri G., Tsomaia V. and Dzadzamia M*. Research of Glaciers Variation Dynamics in East Georgia Under the Impact of Modern Climate Change. Proceedings of the Fourth Plenary Conference and Field Trips of UNESCO-IUGS-IGCP 610 project «From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary» (2013−2017), 2-9 October, 2016, P. 96-100.

[3] *Kordzakhia G., Shengelia L., Tvauri G., Dzadzamia M.* Impact of Modern Climate Change on Glaciers in East Georgia. / Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences, Vol. 10, 4, 2016, P. 56-63.

[4] *Kordzakhia G., Shengelia L., Tvauri G., Tsomaia V., Dzadzamia M.* Satellite Remote Sensing Outputs of the Certain Glaciers in the Territory of East Georgia. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences - Elsevier, Vol. 18(1), Supplement 1, 2015, pp. S1-S7.

[5] *Маруашвили Л.И., Курдгелаидзе Г.М., Лашхи Т.А., Инашвили Ш.В., Табидзе Д.Д.* Каталог Ледников СССР, Т. 9, вып. 1, ч. 2-6, Закавказье и Дагестан, Гидрометеоиздат, Ленинград: 1975, С. 86.

[6] *Панов В.Д., Боровик Э.С.* Каталог Ледников СССР, Т. 8, ч. 12, Северный Кавказ, Гидрометеоиздат, Ленинград: 1977, С. 52.

[7] *Цомая В.Ш.* Каталог Ледников СССР, Т. 9, вып. 3, ч. 1, Закавказье и Дагестан, Гидрометеоиздат, Ленинград: 1975, С. 95.

[8] *Цомая В.Ш., Дробышев О.А.* Каталог Ледников СССР, Т. 8, ч. 11, Северный Кавказ, Гидрометеоиздат, Ленинград: 1977, С. 71.

[9] *Шенгелия Л.Д., Кордзахия Г.И., Тваури Г.А.* Методология и результаты исследования некоторых ледников Грузии на основе дистанционного зондирования. Кол. моногр. по материалам ежегодной Междунар. науч.-практ. конф. LXVIII Герценовские чтения «География: развитие науки и образования». 22-25 апреля 2015 года, посв. 70-летию создания ЮНЕСКО, СПб, 2015, С. 117-124.

S u m m a r y. Glaciers are an important natural resource, as they contain large amount of fresh water. It is determined that the glaciers degradation is accelerated under the impact of current climate change. High resolution satellite remote sensing is used to conduct scientifically based studies to detect the effects of current climate change on the state of large glaciers in Georgia. This makes possible, in conditions of limited resources and time, to simultaneously study glaciers with the necessary resolution and accuracy. It is determined that the retreat of the large glaciers Gergeti (Eastern Georgia) and Adishi (Western Georgia) is non-linear in nature and this process is more active in eastern Georgia than in its western part. According to one of the climate change scenarios, the estimated dates of their complete melting are determined.

ПОЛЯРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПУТИ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ

POLAR EXPLORATION AND THE DEVELOPMENT OF THE ARCTIC

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЛИНЕЙНЫХ И ПЛОЩАДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ САБЕТТА

Н.А. Алагузова

Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, natashaalaguzova@mail.ru

ENGINEERING GEOMORPHOLOGICAL RESEARCH IN THE DESIGN AND CONSTRACTION OF LINEAR AND AREA FACILITIES IN THE TERRITORY OF SABETTA

N.A. Alaguzova

Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg

Аннотация. В статье рассмотрены особенности строительства в области многолетней мерзлоты на основе анализа типичного рельефа и скоростей протекания рельефообразующих процессов (выявление участков, пригодных для строительства в данной местности, с позиции инженерной геоморфологии). Составлен прогноз динамики факторов рельефообразования.

Ключевые слова: многолетняя мерзлота, размещение строительных объектов, рельефообразующие процессы

Введение

Строительство в районах распространения многолетней мерзлоты имеет массу особенностей и их изучение очень важно, ведь наша страна на две трети занята вечной мерзлотой. Развитие инфраструктуры этих регионов необходимая задача, так как в настоящее время большая часть полезных ископаемых приурочена к районам, слабоосвоенным человеком. Чтобы обеспечить добычу и транспортировку, следует обустроить труднодоступные территории и провести изыскания для строительства с целью учета рисков разрушения строений.

Регион исследований, объекты и методы

Регион исследований: Сабетта – вахтовый поселок на северо-востоке полуострова Ямал, расположенный на западном берегу Обской губы между северным и южным Тамбейскими месторождениями.

Объект: рельеф и геоморфологические процессы района поселка Сабетта.

Предмет: инженерно-геоморфологические условия размещения строительных объектов в связи с их приуроченностью к определенным элементам и формам рельефа.

Цель работы – выявление участков, наиболее пригодных для строительства с позиции инженерной геоморфологии.

Были поставлены следующие задачи:

1. Определить характерные для данной местности геоморфологические процессы и направленность изменения рельефа.

2. Выявление особенностей климата, влияющих на рельефообразующие условия и строительство в данном регионе.

3. Построение вспомогательных карт с использованием топокарт, а также при помощи дешифрирования космоснимков.

4. Оценка геоморфологического риска строительства.

5. Составление прогноза динамики факторов рельефообразования.

Методы исследования: анализ и обобщение специальной литературы; сравнение, изучение материалов геологических партий, прогнозирование.

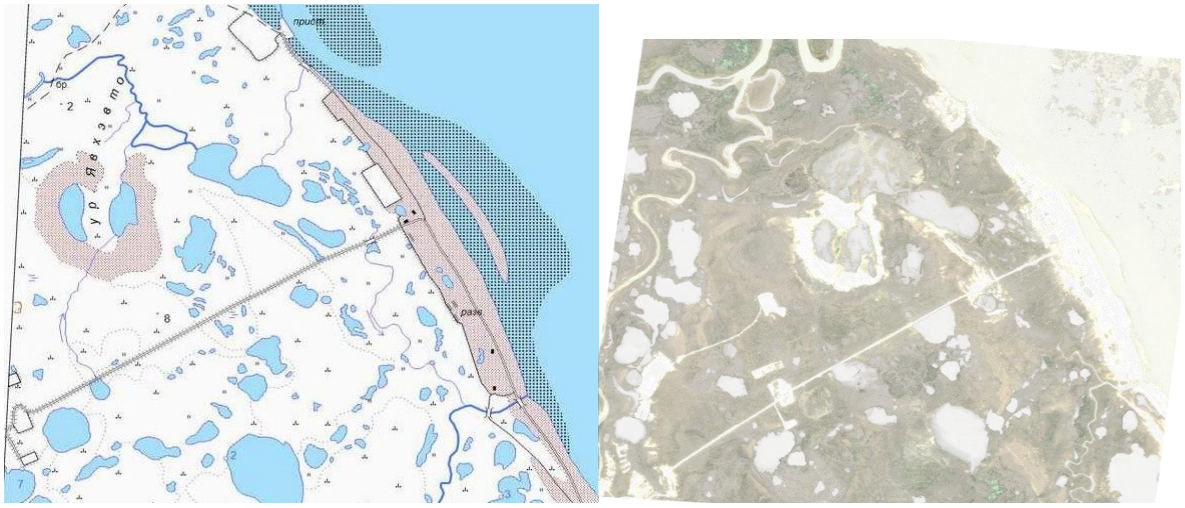


Рис. 1. а) Крупномасштабная топографическая карта участка (1:100 000);
б) Крупномасштабный космоснимок участка.

Проанализировав природно-климатические, тектонические, геологические условия и рельеф, были выделены геоморфологические процессы данной местности и их особенности.

Наблюдаемые типы рельефа: подводная часть размываемых баров, морские террасы, пляж, изометричные понижения, протоки между озерами, котловины хасыреев, котловины термокарстовых озер, техногенный рельеф.

В целом рельеф участка строительства может быть определён как аккумулятивная низменная равнина с разной степенью расчленённости [2].

На развитие геоморфологических процессов очень активно в Арктическом регионе влияет изменение температур, а также ледообразование и гидрологический режим прилегающих водных объектов.

К основным мерзлотным процессам на исследуемом участке относятся: морозная сортировка материала; морозное пучение [4]; образование наледей; солифлюкция; термокарст.

Также на исследуемом участке овражно-балочная переработка рельефа имеет сравнительно широкое распространение [1].

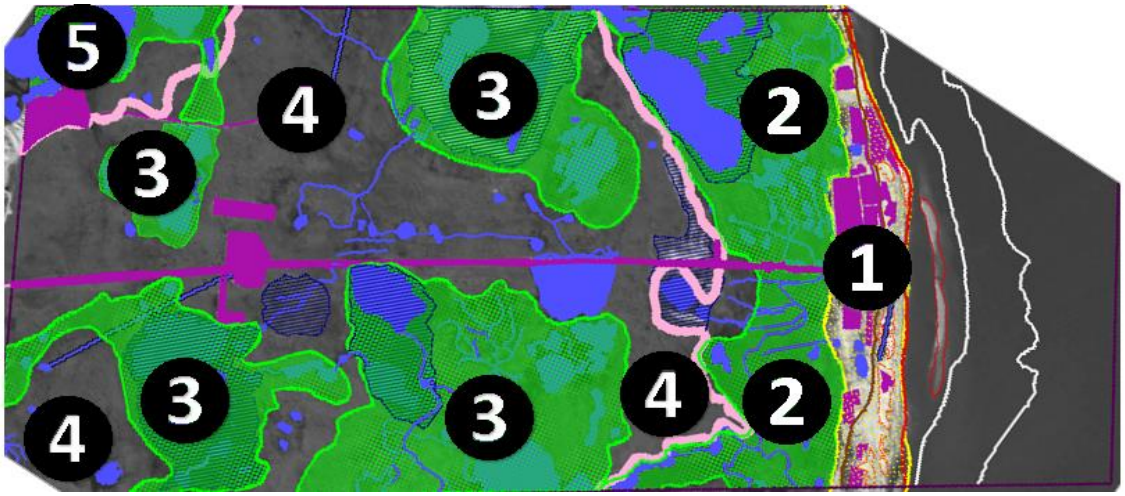


Рис. 2. Карта районирования по доминирующим рельефообразующим процессам: 1-Пляж; 2-Понижение на поверхности прибрежно-морской равнины (низкий уровень); 3-Понижения на поверхности первой морской террасы (высокий уровень); 4-Возвышенная часть на поверхности первой морской террасы (высокий уровень); 5-Припойменная часть реки Салямлекаб-тамбадаяха.

К основным физико-географическим процессам относятся: морозобойное растрескивание; сгоны/нагоны; эоловые; заозеривание и заболачивание; спуск озер и образование хасыреев на поверхности бывших термокарстовых котловин. Физико-географические процессы хуже поддаются дешифрированию по снимкам, так как они не явно выражены в рельефе (у них малая амплитуда).

Территория была разделена по доминирующим рельефообразующим процессам на несколько областей: 1. Береговая абразия: морская (район 1) и озерная, на участках 2, 3 и 5. 2. Территории, наиболее подверженные морозному пучению локальны (участки № 2-5); криогенное растрескивание наблюдается в областях № 1,4. 3. Заболачивание развито повсеместно (особенно на участках 2, 3 и 5).

Выявление наиболее устойчивых участков для строительства линейных и площадных объектов требует целого ряда работ, из которых геоморфологические являются для меня приоритетными. Геоморфологические процессы на морских арктических побережьях РФ чрезвычайно опасны для любых построек. Необоснованная застройка этой зоны вызывает угрозу эксплуатации объектов вплоть до техногенных катастроф [3].

По результатам дешифрирования космоснимков была составлена таблица.

Обсуждение результатов

По составленной карте можно заметить, что территория неблагоприятна для строительства. Более 55% – это площади, на которых строения могут быть подвержены серьезному разрушению из-за воздействия различных процессов.

Общая площадь территории составляет 10,82 км². Понижения занимают 5,3741 км² – 49,67%, пляж 0,7176 км² – 6,63%, возвышенная часть 3, 679 км² – 34%. Остальные 9,71% приходится на область прирусловой части Сабеттаяхи и хасыреев, расположенных в понижении прибрежно-морской равнины.

Таблица 1

Степень риска в зависимости от преобладающих процессов.

№	Тип рельефа	Процессы	Степень риска
1	Пляж, лайды, бары	Эоловое процессы, аккумуляция и перемещение материала во время волноприбойной деятельности (сгонов и нагонов)	IV Высокая
2	Верхний пляж	Криогенное растрескивание и термоэрозия низкой интенсивности, эоловые процессы (меньше, чем на 1)	II Низкая
3	Понижение на прибрежно-морской равнине (низк. уровень)	Активное заболачивание, интенсивный термокарст, аккумуляция и перемещение материала, линейная эрозия, интенсивное морозное пучение	IV Высокая
4	Уступ I морской террасы	Морозное растрескивание, склоновые и гравитационные процессы (интенсивная солифлюкция), эрозия, термоэрозия (антропогенная)	V Наиболее высокая
5	Понижения на поверхности I морской террасы (высокий уровень)	Линейная эрозия (русла малых рек), заболачивание, интенсивное криогенное пучение; термокарст, осадконакопление озерного материала, абразия берегов (обрушения); просадка грунта, усиление мерзлотных процессов (хасыреи)	IV Высокая
6	Возвышенная часть на I морской террасе (высокий уровень)	Линейная эрозия, низкая степень заболоченности, малая степень заозеренности, морозное растрескивание и пучение на фоне неотектонических поднятий	I Наиболее низкая
7	I терраса реки Сабеттаяхи	Сильная заболоченность, морозное пучение, береговая абразия, термоабразия, осадконакопление озерного материала, термокарст	III Средняя
8	Положительные техногенные формы (площадки и насыпь трассы)	Плоскостная линейная эрозия, развитие склоновых и гравитационных процессов (солифлюкция), морозное выветривание	II Низкая

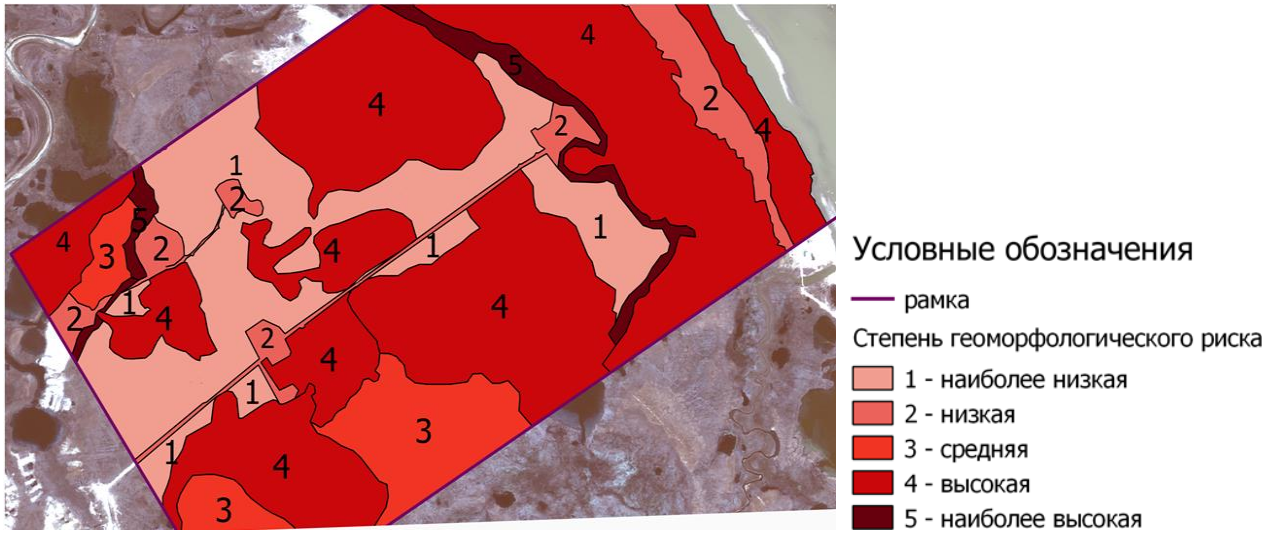


Рис. 3. Карта степеней геоморфологического риска.

Для строительства пригодны участки со степенью риска 1, 2 (I, II) и иногда 3 (III). Однако, при антропогенном вмешательстве (выравнивание поверхностей, осушение территорий и др.) возможно строительство в зоне 4 (IV).

Основные рискообразующие факторы актуальны не только при разработке и воплощении проекта, но и при его непосредственной эксплуатации в районах развития многолетнемерзлых пород. К ним можно отнести:

1. Неравномерные деформации фундаментов;
2. Прорывы и аварии нефте-, газо- и конденсатопроводов;
3. Обрушение зданий;
4. Широкое распространение опасных геологических процессов и явлений;
5. Провалы поверхностей в термокарстовые полости [1].

Меры предосторожности для меньшего изменения геолого-геоморфологического состояния земель:

•Проезд транспорту только в местах, где есть специализированные дороги;

•Обязательна рекультивация земель после завершения строительства;

•Мероприятия по предотвращению термического воздействия на мерзлоту;

•Установка надземных трубопроводов для предотвращения воздействия теплого газа на ММП (многолетнемерзлые породы);

•Строительство на свайном фундаменте;

• Защита ММП от нагревания;

•Вбивание свай с помощью технологии шнекового бурения [5].

В ходе работы с космоснимками был замечен основной тренд изменения местности в сторону дальнейшего антропогенного освоения и расширения зон строительства (активное преобразование зон высокой степени риска).

Одной из важных проблем инженерной геоморфологии в настоящее время является оценка пространственной организации рельефа и рельефообразующих процессов, а также устойчивости и геоморфологического риска.

Выводы

- Участки исследуемой территории характеризуются инженерно-геологическими и геокриологическими условиями повышенной сложности.
- Удалось выявить участки, наиболее пригодные для строительства в данной местности и составить прогноз перспектив использования территории. В зоне многолетней мерзлоты строительство и эксплуатация сооружений возможны при выполнении всех изыскательных работ, учитывающих особенности условий данной местности.
- По итогам инженерно-геоморфологических изысканий было установлено, что даже на участках со степенью риска IV-V баллов ведутся строительные работы (это возможно после значительного антропогенного преобразования).

В целом, инженерно-геоморфологические изыскания представляют собой сложную задачу, которая требует комплексного подхода при рассмотрении места строительства, интенсивности протекающих процессов, площади проявления процесса, ведь именно совокупность протекающих процессов определяет итоговую вероятность безопасного функционирования системы.

Литература

[1] *Девятова И.Л.* Проект реконструкции объектов обустройства промысла Южно-Тамбейского газоконденсатного месторождения. Технический отчет о комплексных инженерных изысканиях 06 – 02.00.00.000 ИИ. Рабочий проект. Том 1.1 Пояснительная записка и текстовые приложения. Уфа, 2008.

[2] *Ласточкин А. Н., Жиров А. И.* «Прикладная геоморфология на основе общих теорий геосистем».

[3] http://biofile.ru/geo/23013.html

[4] https://cyberleninka.ru/article/v/sovremennoe-okeanologicheskoe-i-ekogeologicheskoe-sostoyanie-obskoy-guby

[5] http://yamallng.ru/403/docs/NTS%20Issue%202%20RUS%20IS%20clean%20v2.pdf

S u m m a r y. This article focused on the features of construction in the area of permafrost based on an analysis of the typical for this area of relief and speed of relief-forming processes (identification of areas most suitable for construction in this area from the standpoint of engineering geomorphology). A forecast of the dynamics of relief factors for the coming years has been made.

АРКТИЧЕСКАЯ ЗОНА РОССИИ. РЕГИОНАЛЬНЫЕ УРОВНИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

А.В. Волгин, Д.А. Волгин, К.В. Андреев, А. А. Шильнов
МГОУ, город Москва, kaf-ekogeo@mgou.ru

ARCTIC ZONE OF RUSSIA. REGIONAL LEVELS OF SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT

A.V. Volgin, D.A. Volgin, K.V. Andreev, A.A. Shilnov
MGOU, Moscow

Аннотация. В статье анализируется социально-экономическая ситуация Арктической зоны России в контексте социально-экономического развития региона. Особенно выделены территории целиком входящие в состав Арктической зоны Европейской России и муниципальные районы ряда субъектов Северо-Западного Федерального округа. Проведён сравнительный анализ социально-экономического развития субъектов Северо-Западного федерального округа.
Ключевые слова: Арктическая зона, социально-экономический анализ, субъекты РФ, Европейский Север, ВРП, Социально-экономической развитие, экономический потенциал.

Введение

Арктическая зона России занимает почти 1/5 территории страны и, конечно, на всем этом огромном пространстве хозяйственная деятельность имеет разную структуру и степень влияния на окружающую среду.

Особенностью анализа является то, что в состав Арктической зоны России входят в полном составе только Мурманская область, Ненецкий, Чукотский и Ямало-Ненецкий автономные округа. Остальные субъекты РФ (Архангельская область, Республики Коми и Саха (Якутия), Красноярский край) представлены в ней только отдельными муниципальными районами. Кроме того, в обозримой перспективе наиболее интенсивная хозяйственная деятельность будет осуществляться преимущественно в Европейской части зоны. Это обусловило выбор субъектов РФ, входящих в состав Северо-Западного федерального округа, для выполнения сравнительного социально-экономического анализа. Здесь имеется множество промышленных центров и крупных городов, поэтому целесообразно на основе социально-экономических показателей именно этого федерального округа отразить масштабы хозяйственной деятельности в Арктической зоне России.

Объекты и методы

Для характеристики уровня развития экономики региона используют ряд показателей, основными из которых являются валовой региональный продукт (ВРП) и/или валовая добавленная стоимость (ВДС), их отраслевая структура, а также ВРП (ВДС) на душу населения. Кроме того, для характеристики отдельных видов экономической деятельности (ВЭД) используют показатели, определяющие объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по ВЭД (в денежном выражении).

Среди многочисленных показателей уровня социального развития регио-

на, наиболее представительными в контексте данной работы, являются показатели, характеризующие среднедушевые денежные доходы (в месяц) и потребительские расходы в среднем на душу населения (в месяц), а также среднемесячную номинальную начисленную заработную плату работников организаций и величину назначенных пенсий.

Обсуждение результатов

Валовой региональный продукт. В 2014 году объем ВРП, произведенный в Северо-Западном федеральном округе (СЗФО), составил 5586,6 млрд. руб., из них на долю Мурманской области и Ненецкого АО, входящих в состав Арктической зоны (рис. 1), приходится 307,46 и 171,77 млрд. руб. (5,5 и 3,1% от объема СЗФО соответственно). В целом же вклад субъектов РФ, полностью или частично входящих в состав Арктической зоны, составил 1310,6 млрд. руб. или 23,5% суммарного ВРП СЗФО. Доля других субъектов РФ, входящих в состав Северо-Западного ФО, представлена на рисунке 1.

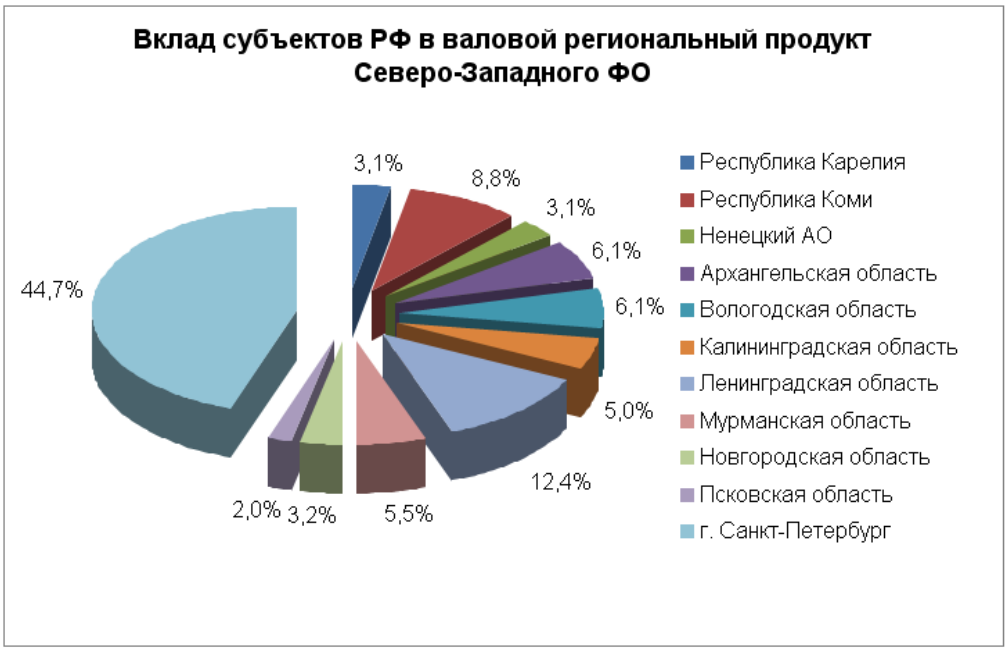


Рис. 1. Доля субъектов РФ в общем объеме ВРП СЗФО в 2014 году (составлено по данным Федеральной службы государственной статистики [1]). Примечание: доля субъектов в ВРП начинается с показателя 3.1 % - Республика Карелия, 88% - Республика Коми и т.д.

Поскольку численность населения субъектов РФ в составе Северо-Западного ФО существенно различается, интерес представляет анализ их распределения по величине ВРП на душу населения в 2014 году (рис. 2).

Анализ данных, приведенных на рисунке 2, показывает, что ВРП на душу населения в Ненецком АО (3957,9 тыс. руб) на порядок выше, чем в Северо-Западном ФО (403,6 тыс. руб) и РФ в целом (369,3 тыс. руб). ВРП на душу населения в Мурманской области (401, 2 тыс. руб) примерно равен показателю федерального округа, уступая только (помимо Ненецкого АО) Санкт-Петербургу и Республике Коми.

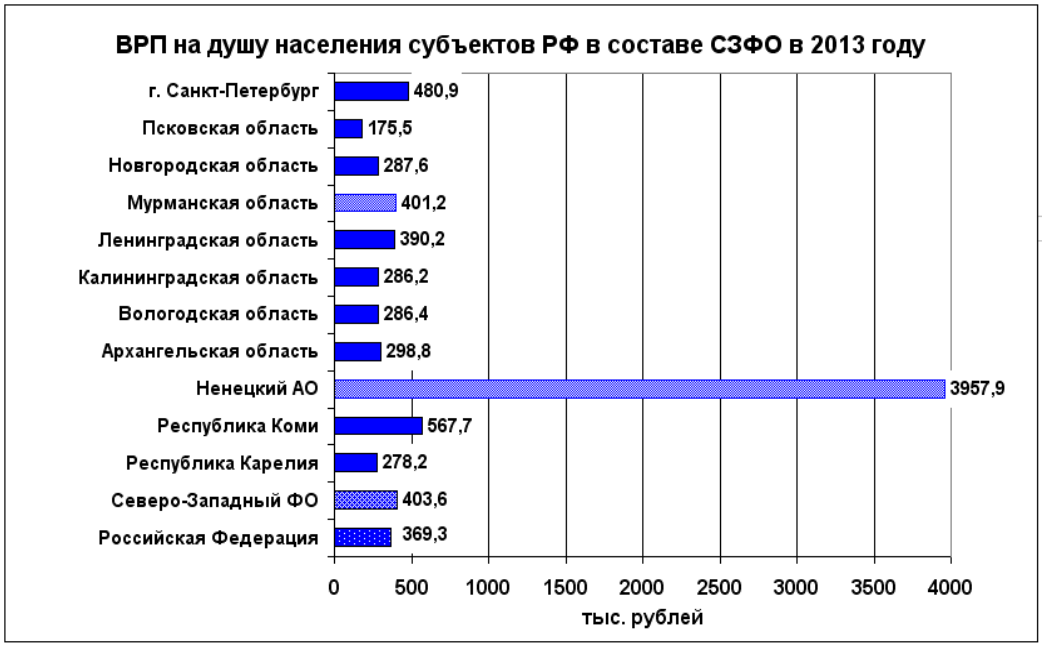


Рис.2. Распределение субъектов РФ в составе СЗФО по величине ВРП на душу населения в 2013 году (составлено по данным Федеральной службы государственной статистики [2]).

Для определения специализации региона оценим объемы отгруженных товаров, выполненных работ и услуг собственными силами по основным видам экономической деятельности (ВЭД).

ВЭД «Добыча полезных ископаемых». В 2014 году объем добычи полезных ископаемых, произведенный в Северо-Западном федеральном округе (СЗФО), оценивается в 620388 млн. руб., из них на долю Мурманской области и Ненецкого АО, входящих в состав Арктической зоны (рис. 3), приходится 82163 и 187517 млн. руб. (13,2% и 30,2% от объема СЗФО соответственно).

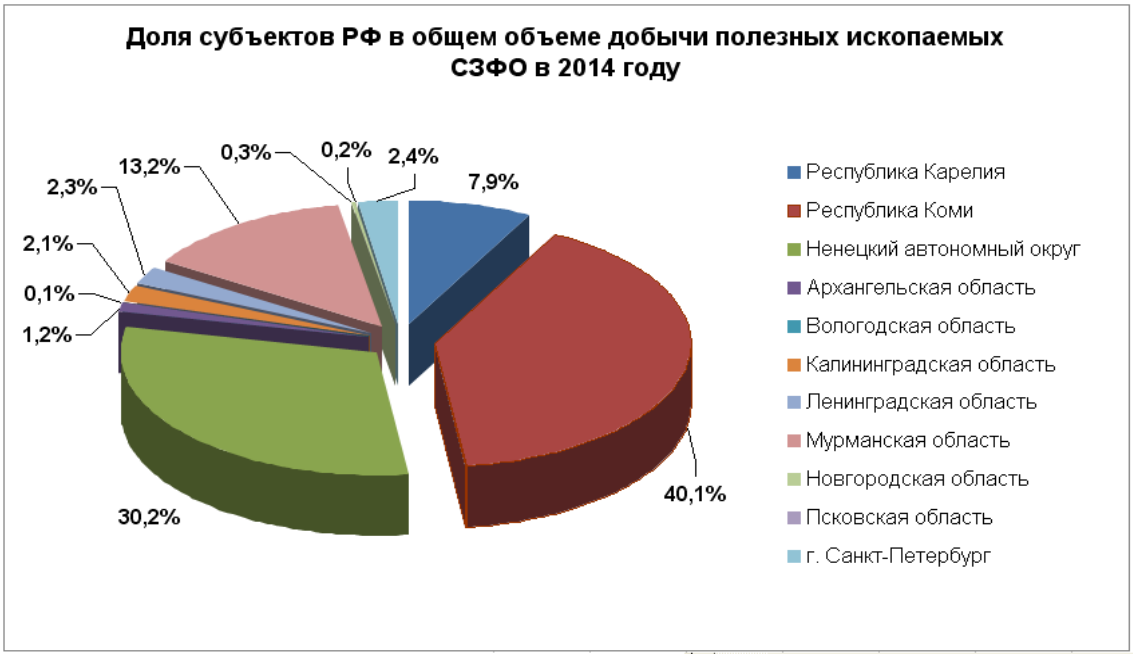


Рис. 3. Доля субъектов РФ в общем объеме добычи полезных ископаемых СЗФО в 2014 году (составлено по данным Федеральной службы гос. статистики [3]). Примечание: доля субъектов в ВРП начинается с показателя 7.9% - Республика Карелия, 40,1% - Республика Коми и т.д.

В целом же вклад субъектов РФ, полностью или частично входящих в состав Арктической зоны, составил 526113 млн. руб. или 84,8% суммарного объема добычи полезных ископаемых СЗФО. Доля других субъектов РФ, входящих в состав Северо-Западного ФО, представлена на рис. 4.Такие высокие показатели по субъектам РФ, полностью или частично входящих в состав Арктической зоны, объясняются тем, что на их территориях находятся крупные месторождения полезных ископаемых.

ВЭД «Обрабатывающие производства». В 2014 году объем обрабатывающих производств, произведенный в Северо-Западном федеральном округе (СЗФО), оценивается в 4264441 млн. руб., из них на долю Мурманской области и Ненецкого АО, входящих в состав Арктической зоны (рис. 4), приходится 114265 и 5783 млн. руб. (2,7% и 0,1% от объема СЗФО соответственно).

В целом же вклад субъектов РФ, полностью или частично входящих в состав Арктической зоны, составил 431712 млн. руб. или 10,1% суммарного объема обрабатывающих производств СЗФО. Доля других субъектов РФ, входящих в состав Северо-Западного ФО, представлена на рис. 4.

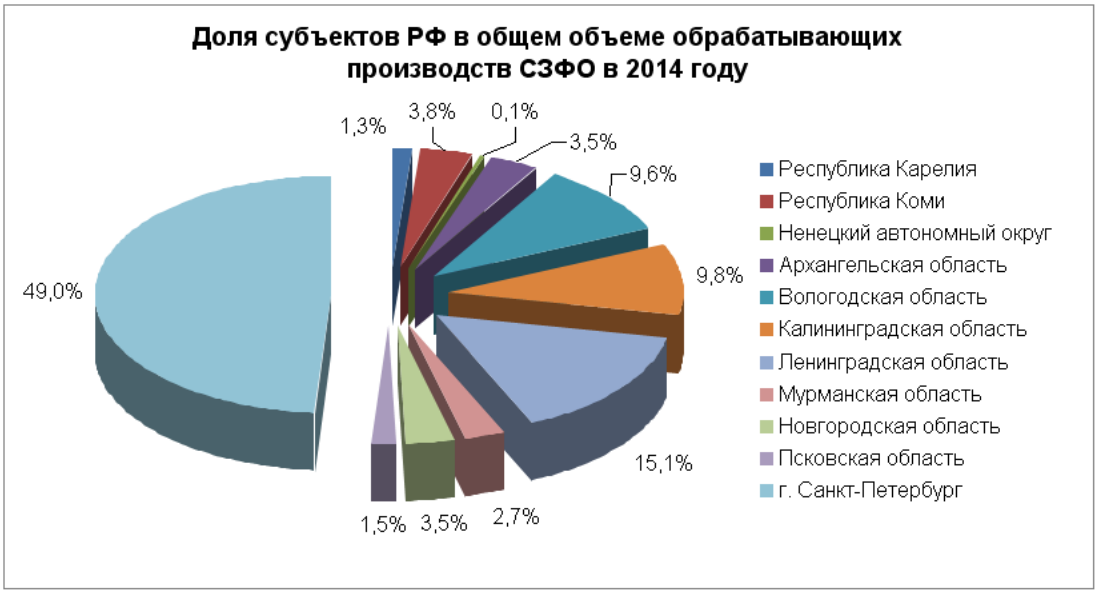


Рис. 4. Доля субъектов РФ в общем объеме обрабатывающих производств СЗФО в 2014 году (составлено по данным Федеральной службы гос. статистики [3]). Примечание: доля субъектов в ВРП начинается с показателя 1.3% - Республика Карелия, 3,8% - Республика Коми и т.д.

ВЭД «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды». В 2014 году объем производства энергии, газа и воды, произведенный в Северо-Западном федеральном округе (СЗФО), оценивается в 566182 млн. руб., из них на долю Мурманской области и Ненецкого АО, входящих в состав Арктической зоны (рис. 5), приходится 55741 и 3076 млн. руб. (9,8% и 0,5% от объема СЗФО соответственно).

В целом же вклад субъектов РФ, полностью или частично входящих в состав Арктической зоны, составил 132755 млн. руб. или 23,4% суммарного объема производства энергии, газа и воды СЗФО. Доля других субъектов РФ, входящих в состав Северо-Западного ФО, представлена на рис. 5.

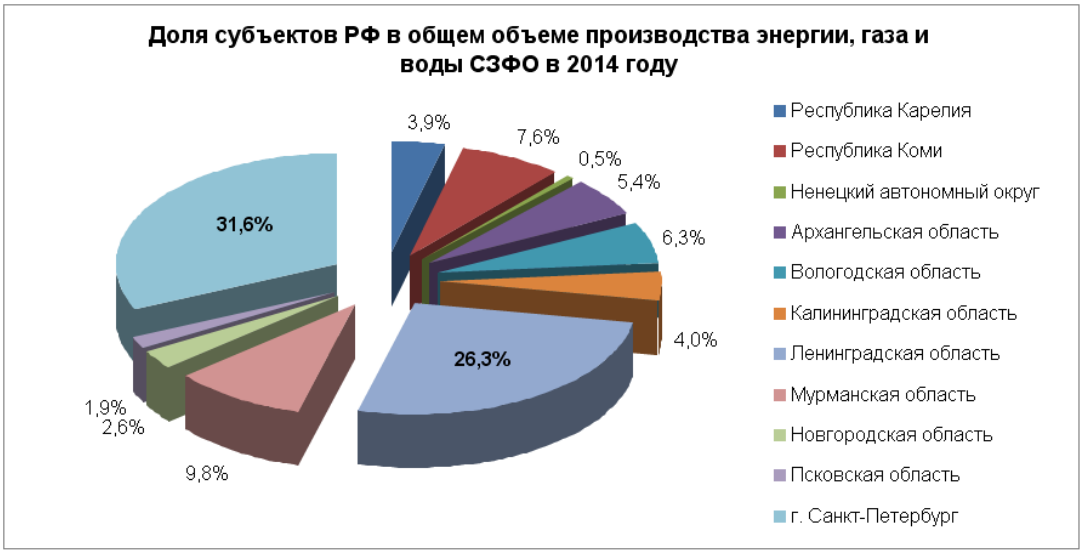


Рис. 5. Доля субъектов РФ в общем объеме производства и распределения энергии, газа и воды СЗФО в 2014 году (составлено по данным Федеральной службы государственной статистики [3]). Примечание: доля субъектов в ВРП начинается с показателя 3.9% - Республика Карелия, 7,6% - Республика Коми и т.д.

Таким образом, можно прийти к выводу, что в субъектах РФ, полностью или частично входящих в состав Арктической зоны наблюдается сильный крен в сторону добывающей промышленности, в отличие от обрабатывающей промышленности. Такая ситуация связана с тем, что именно в этих субъектах РФ находятся крупные месторождения полезных ископаемых, на которых осуществляется хозяйственная деятельность.

В 2014 году объем продукции сельского хозяйства, произведенный в Северо-Западном федеральном округе (СЗФО), оценивается в 210917 млн. руб., из них на долю Мурманской области и Ненецкого АО, входящих в состав Арктической зоны (рис. 6), приходится 2639 и 733 млн. руб. (1,3% и 0,3% от объема СЗФО соответственно).

В целом же вклад субъектов РФ, полностью или частично входящих в состав Арктической зоны, составил 26108 млн. руб. или 12,4% суммарного объема продукции сельского хозяйства СЗФО. Доля других субъектов РФ, входящих в состав Северо-Западного ФО, представлена на рис. 6.

В 2014 году объем инвестиций в основной капитал, произведенный в Северо-Западном федеральном округе (СЗФО), оценивается в 1357860 млн. руб., из них на долю Мурманской области и Ненецкого АО, входящих в состав Арктической зоны (рис. 7), приходится 72255 и 84248 млн. руб. (5,3% и 6,2% от объема СЗФО соответственно).

В целом же вклад субъектов РФ, полностью или частично входящих в состав Арктической зоны, составил 427806 млн. руб. или 31,5% суммарного объема инвестиций в основной капитал СЗФО. Доля других субъектов РФ, входящих в состав Северо-Западного ФО, представлена на рис. 7.

Уровни социального развития региона. Показатели, рассмотренные выше, самым непосредственным образом связаны с показателями, характеризующими уровень социального развития региона. Наиболее полно уровень развития со-

циальной сферы характеризуют средние месячные доходы на душу населения, потребительские расходы, а также начисленная заработная плата работников предприятий и организаций (рис.8–10).

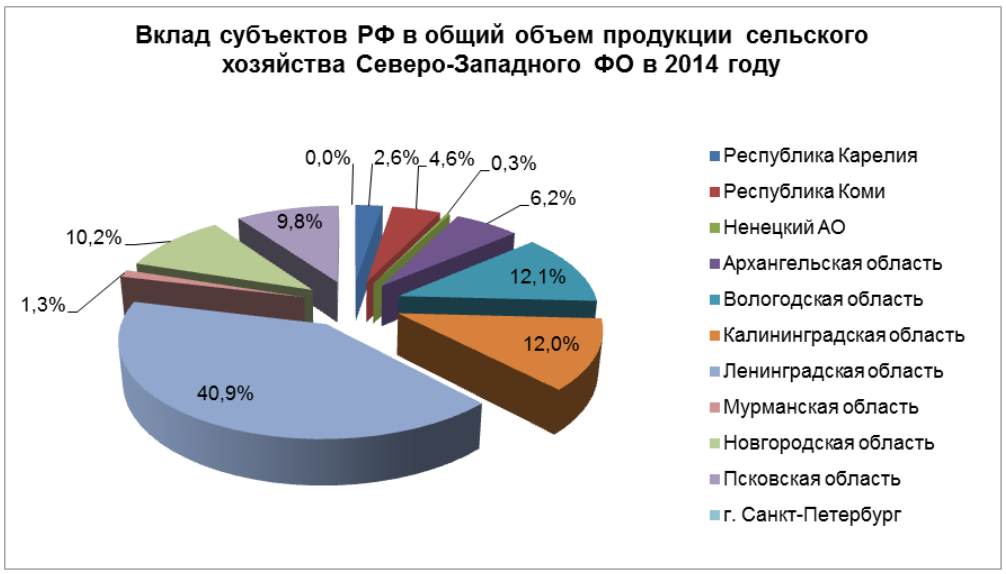


Рис. 6. Доля субъектов РФ в общем объеме продукции сельского хозяйства СЗФО в 2014 году (составлено по данным Федеральной службы гос. статистики [3]). Примечание: доля субъектов в ВРП начинается с показателя 2.6% - Республика Карелия, 4,6% - Республика Коми и т.д.

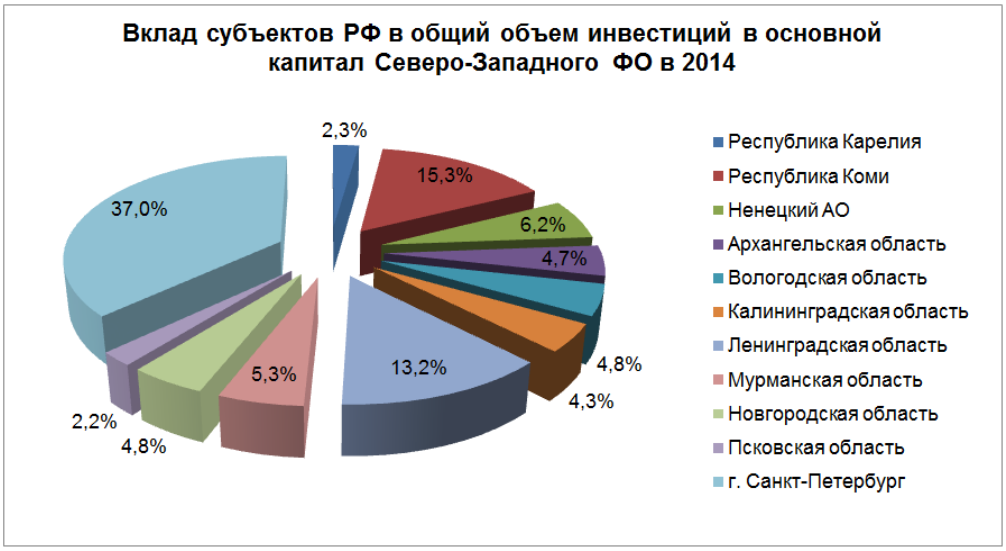


Рис.7. Доля субъектов РФ в общем объеме инвестиций СЗФО в 2014 году (составлено по данным Федеральной службы государственной статистики [3]). Примечание: доля субъектов в ВРП начинается с показателя 2.3 % - Республика Карелия, 15,3% - Республика Коми и т.д.

Анализ данных, приведенных на рис. 8, показывает, что среднедушевые доходы населения в Ненецком АО (66490 тыс. руб) на порядок выше, чем в Северо-Западном ФО (28571,7 тыс. руб) и РФ в целом (27765,7 тыс. руб). Среднедушевые доходы населения в Мурманской области (34148,8 тыс. руб) превышают показатели других субъектов СЗФО и среднего по РФ.

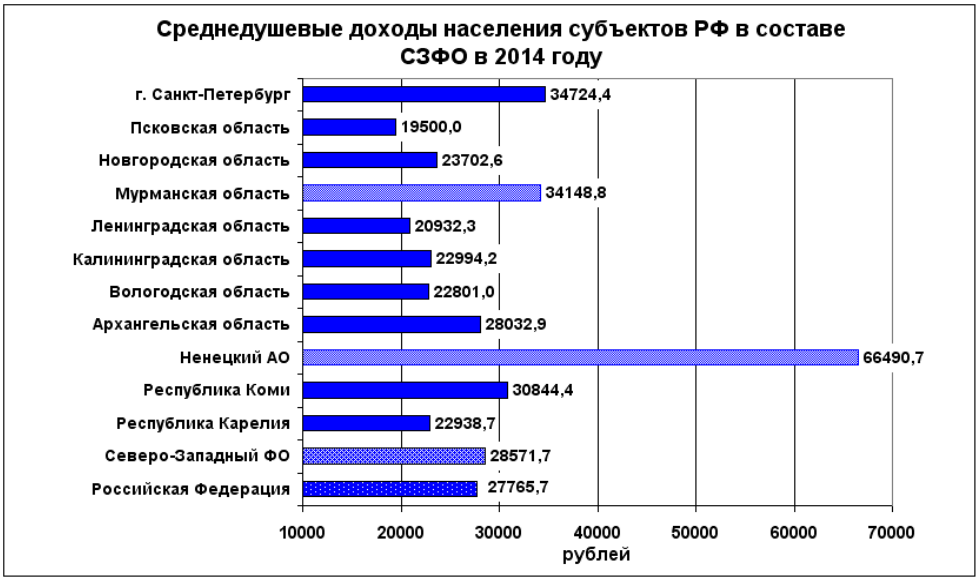


Рис. 8. Распределение субъектов РФ в составе СЗФО по уровню среднедушевых доходов населения в 2014 году (составлено по данным Федеральной службы государственной статистики [2]).

Анализ данных, приведенных на рис. 9, показывает, что среднемесячная начисленная заработная плата в Ненецком АО (65816 тыс. руб.) на порядок выше, чем в Северо-Западном ФО (35468 тыс. руб.) и РФ в целом (32495 тыс. руб). Среднемесячная начисленная заработная плата в Мурманской области (43378 тыс. руб) является одной из самых высоких в СЗФО (уступая лишь Ненецкому АО) и превышает средний показатель РФ (32495).

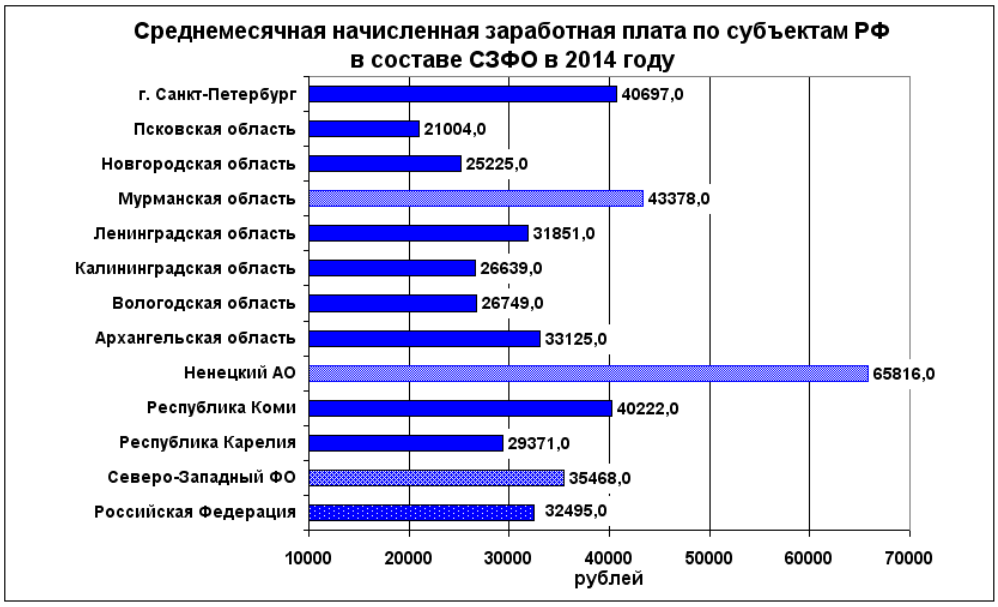


Рис. 9. Распределение субъектов РФ в составе СЗФО по уровню среднемесячной доходов населения в 2014 году (составлено по данным Федеральной службы государственной статистики [2]).

Данные, приведенные на рис. 10, показывают, что средние потребительские расходы населения в Ненецком АО (22640,2 тыс. руб.) уступают лишь Санкт-Петербургу (25404,3 тыс. руб.) и Мурманской области (24244 тыс. руб.). Показатели Ненецкого АО и Мурманской области выше, чем средние по России (20920 тыс. руб.)

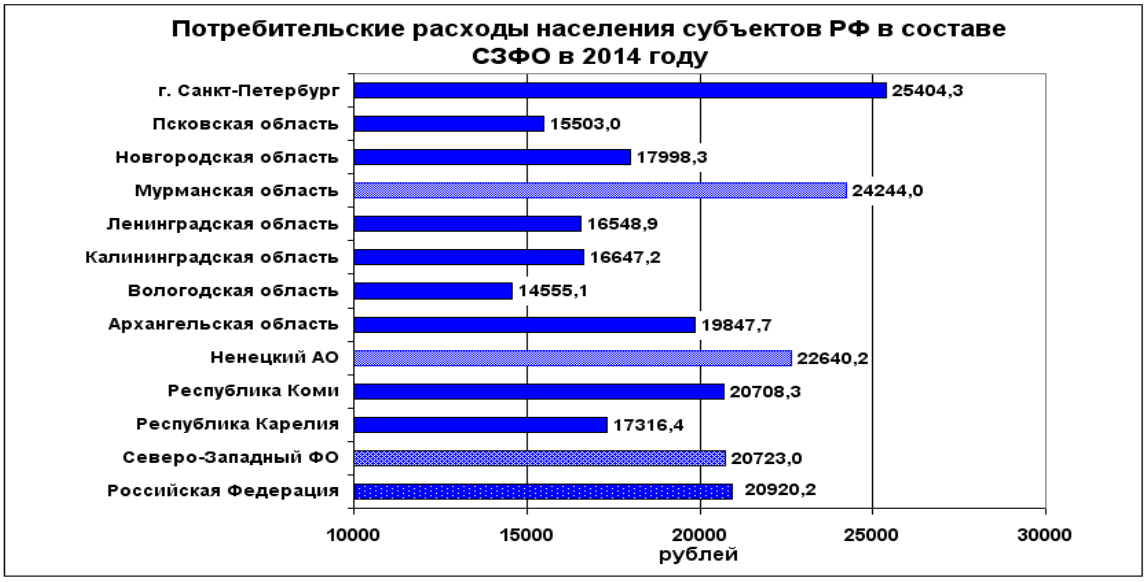


Рис. 10. Распределение субъектов РФ в составе СЗФО по уровню среднедушевых доходов населения в 2014 году (составлено по данным Федеральной службы государственной статистики [2]).

Выводы

- Сравнительный анализ в ВРП субъектов Федерации Северо-Западного Федерального округа (СЗФО), показал, что вклад субъектов полностью, входящих в состав арктической зоны довольно высок и составил 23,5 % суммарного ВРП СЗФО.
- Валовый региональный продукт на душу населения в Ненецком АО (3957,9 тыс руб) на порядок выше чем СЗФО (402,6 тыс руб). ВРП на душу населения в Мурманской области (401, 2 тыс. руб) примерно равен показателю федерального округа, уступая только (помимо Ненецкого АО) Санкт-Петербургу и Республике Коми.
- Вклад субъектов РФ, полностью или частично входящих в состав Арктической зоны, составил 526113 млн. руб. или 84,8% суммарного объема добычи полезных ископаемых СЗФО.
- Установлено что вклад субъектов РФ, полностью или частично входящих в состав Арктической зоны, составил 431712 млн. руб. или 10,1% суммарного объема обрабатывающих производств СЗФО.
- В целом же вклад субъектов РФ, полностью или частично входящих в состав Арктической зоны, составил 132755 млн. руб. или 23,4% суммарного объема производства энергии, газа и воды СЗФО.
- Показатели социально-экономического регионов СЗФО показывают, что среднедушевые доходы населения и средне потребительские доходы населения субъектов полностью входящих в состав арктической зоны превышают показатели других субъектов Федерального округа и средних показателей по России.

Литература

[1] Регионы России. Социально-экономические показатели. 2014: Стат.сб./Росстат. - М.: 2014. 900 с.

[2] Регионы России. Основные социально-экономические показатели городов.

2014: Стат.сб./Росстат. - М., 2014. – 433 с.
[3] Российский статистический ежегодник. 2014: Росстат. - М., 2014. – 693 с.
[4] «Яндекс Карты» https://yandex.ru/maps/11311/norilsk/

S u m m a r y. Thus, it can be concluded that in the subjects of the Russian Federation that are fully or partially included in the Arctic zone, there is a strong bias towards the mining industry, in contrast to the manufacturing industry. This situation is due to the fact that it is in these constituent entities of the Russian Federation that large mineral deposits are located, where economic activity is carried out and the region's GRP is largely formed. This is reflected in the indicators of socio-economic development, which is significantly higher compared with other subjects of the Federal District and Russia as a whole.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИИ

А.А. Голикова, Н.А. Кондратов
ФГОУ ВО САФУ им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск, n.kondratov@narfu.ru

THE PROSPECTS OF USE OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCES IN ARCTIC ZONE RUSSIAN FEDERATION

A.A. Golikova, N.A. Kondratov
SAFU named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk

Аннотация. В статье рассмотрены перспективные виды альтернативных источников энергии, применение которых может быть реализовано в условиях Крайнего Севера и Арктической зоны России. Выделены преимущества альтернативой энергетики. Приведены некоторые примеры реализованных проектов и разработок, находящихся в стадии планирования и изучения.
Ключевые слова: российская Арктика, стратегия развития, альтернативные источники энергии

Введение

Экологические проблемы, как известно, являются одной из наиболее актуальных глобальных проблем человечества. Они разноплановые, охватывают все регионы Земли, но проявляются в них с разной остротой. Экологические проблемы в известной мере представляют собой накопившееся наследие прошлых веков. На фоне продолжающегося роста народонаселения традиционные источники энергии перестают удовлетворять растущие потребности экономики, но оставляют после себя массу трудностей, связанных с восстановлением экосистем и качества окружающей среды, в т.ч. утилизацией отходов производства и потребления. Альтернативные источники энергии отличаются от традиционных источников получения тепла и энергии меньшим негативным воздействием на окружающую среду.

Арктический регион характеризуется низкой устойчивостью экологических систем, определяющих биологическое равновесие и климат Земли, их зависимостью от незначительных антропогенных воздействий, источники которых могут находиться за пределами арктического региона. От того, будут ли в субъектах Арктической зоны РФ (далее – АЗРФ) использоваться альтернатив-

ные источники энергии, зависит степень дальнейшей эксплуатации природных ресурсов в этом макрорегионе и величина нанесенного данной территории экологического ущерба.

Объекты и методы

Изучение направлений и проблем освоения Арктики показывает большую роль географической науки в разработке и решении народнохозяйственных задач. Роль науки повышается не только благодаря огромному влиянию географического фактора в зоне Крайнего Севера и Арктики, но и в связи с хорошо заметной в этой зоне дифференциацией природных и социальных условий хозяйственной деятельности, в т.ч. в контексте развития энергетики. Для развития этой отрасли экономики использование географического метода (анализ физико- и экономико-географических особенностей) является определяющим. Вместе с тем, географические факторы недостаточно учитываются при разработке способов освоения арктического региона и повышения безопасности проживающего здесь населения. Особенно это относится к использованию нетрадиционных источников энергии.

Аналитический метод нами применялся для анализа публикаций и разработок по теме исследования, в т.ч. государственных документов, принятых в России в первой половине XXI в. в целях определения направлений развития Арктической зоны РФ на долгосрочную перспективу (Основы политики России в Арктике на период до 2020 г. и дальнейшую перспективу, Стратегия развития Арктической зоны РФ и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 г.).

Обсуждение результатов

Не все виды альтернативных источников энергии, которые существует в настоящее время, могут быть применимы в Арктике и прилегающих к ней территориях. Это обусловлено, главным образом, экстремально суровыми климатическими условиями, периферийным географическим положением и удаленностью от населенных пунктов, что усложняет доставку, сборку и эксплуатацию энергетических установок. Однако некоторые проекты в условиях Крайнего Севера реализуемы.

1. *Солнечные батареи и солнечные электростанции (СЭС)*. Их достоинство – расположение кремниевых солнечных элементов на металлическом каркасе (в последовательности Фибоначчи), что позволяет получать максимальное количество энергии Солнца. А углы, под которыми находятся батареи, не дают скапливаться снегу на установке. Эффективность батарей на таком элементе, как кремний, повышается при низких температурах, что в арктических широтах является достоинством. Специфическая фотопериодичность – полярный день, позволит работать батареям и СЭС в Арктике без перерыва до полугода [2].

2. *Ветряные электростанции (ВЭС)*. Крайний Север и Арктика характеризуются неустойчивой погодой, с продолжительным период с низкими температурами и сильными ветрами. Переменчивость ветров, с одной стороны, де-

лает малорентабельной эксплуатацию ВЭС. С другой стороны, установка ВЭС целесообразна именно на побережья морей Северного Ледовитого океана, например, в Ненецком автономном округе [1]. Рентабельность ветроэнергетики подтверждают уже имеющиеся в высоких широтах установки и проектно-изыскательская деятельность (в т.ч. в САФУ) по развитию ветропарков.

3. *Гибридные энергетические установки*. Это сооружения, совмещающие в себе два источника энергии одновременно, например, силу ветра и солнца (ветро-солнечная электростанция) или комбинирующие применение альтернативного источника энергии с традиционным (мазутом, метаном и т.д.). Такие установки имеют «плюсы» при эксплуатации на Крайнем Севере: во-первых, производят меньше вредных выбросов, чем обычные (традиционные) генераторы; во-вторых, позволяют извлекать тот источник энергии, который доступен в имеющейся ситуации, что актуально в непредсказуемых условиях Арктики; в-третьих, и это вытекает из предыдущего пункта, гибридные энергетические системы помогут в том случае, если один из источников энергии закончился, и возможности восполнить его запасы нет. Это позволяет использовать гибридные энергоустановки в малонаселенных пунктах. Такие генераторы можно сделать мобильными.

4. *Приливные электростанции (ПЭС)*. Для существования такой установки нужны приливы. АЗРФ обладает таким видом ресурсов, пример – Кислогубская приливная электростанция в Мурманской области. Установки подобного типа отличаются низкой себестоимостью, надежностью, постоянством источника энергии и экологичностью. Однако эффективность ПЭС можно повысить, если скомбинировать производство электроэнергии с любым другим подходящим для исходной местности альтернативным источником энергии.

5. *Электростанции на биотопливе*. Данные установки на сегодняшний день не имеют широкого применения, но уже активно разрабатываются. Биотопливом может служить метан, полученный из органических масс (в АЗРФ, к примеру, могут применяться водоросли), биоэтанол, биоводород и т.д. Преимущества таких установок: биогазы для генераторов могут быть произведены даже из бытовых отходов (а также из любых органических остатков животного и растительного происхождения); генераторы данного типа могут работать на нескольких видах биотоплива [3].

6. *Атомные электростанции (АЭС)*. О них на сегодняшний день известно достаточно, однако общественность до сих пор относится к этим установкам с опаской, несмотря на их надежность. Среди плюсов – эффективность использования (ядерные реакции дают гораздо больше энергии, нежели традиционные источники, основанные в большинстве случаев на простом сжигании топлива), относительная простота эксплуатации и обслуживания, мобильность (плавучие АЭС). Все вышеперечисленные пункты являются крайне подходящими для Арктической зоны России – огромной по размерам, со значительным городским населением.

7. В стадии разработок находятся проекты использования *океанических ресурсов*, таких как энергия течений, применение дейтерия в термоядерных реакциях (водородное топливо), энергия волн и так называемая «соленая»

энергия Мирового океана. Данные проекты в перспективе также могут быть применимы в условиях арктических широт [4].

Выводы

Главными преимуществами альтернативных источников энергии могут быть названы: 1. экологичность, безвредность; 2. доступность источников энергии и их неисчерпаемость; 3. простота работы; 4. относительная легкость эксплуатации и обслуживания установок; 5. минимизация вмешательства в естественные циклы экосистем; 6. повсеместность используемых источников энергии; 7. возможность сочетать различные виды как альтернативных установок, так и описанных установок с традиционными видами энергетики; 8. зачастую – низкая себестоимость используемого источника энергии; 9. возможность использования установок в суровых условиях Севера.

Альтернативные источники энергии имеют будущее, в настоящее время их использование ведется локально, в интересах развития местной (малой) энергетики. Установки могут служить дополнением к традиционным источникам энергии, что существенно снижает количество выбросов и результирующего загрязнения.

Наглядные примеры использования альтернативной энергетики в северных условиях демонстрируют Дания, Норвегия, Швеция, Канада. В «Энергетической стратегии России на период до 2035 года» представлена программа развития нетрадиционных возобновляемых источников энергии. Самые яркие примеры – проекты «Полярный ветер» (ветроэнергетика в НАО), ветросолнечная электростанция «Юрта», «Энергия арктического ветра» (строительство ветропарка в Архангельской области). Прорабатывается возможность строительства ПЭС в Мезенской губе Белого моря в Архангельской области [5].

Литература

[1] *Войцешук М.В., Кондратов Н.А.* Возможности развития ветровой энергетики в муниципальных образованиях Арктической зоны России (на примере поселка Шойна Ненецкого автономного округа). / Материалы международной молодежной научной конференции «Папанинские чтения» (28 марта 2017 г.). Архангельск: Изд-во САФУ, 2017. С. 172-180.

[2] *Напольских П.М.* Солнечные батареи повышенной эффективности для применения в Арктике. / Наука XXI века. Проблемы академической мобильности исследователя и методологии исследования (тез. докл. III Международ. науч.-практ. конф.) Архангельск: Изд-во ИД САФУ, 2013, С. 433-435.

[3] *Панченко А.В.* Биотопливо как альтернативный источник энергии. / Энергобезопасность и энергосбережение. 2007. №6. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/biotoplivo-kak-alternativnyy-istochnik-energii (дата обращения: 26.02.2019).

[4] *Савинова К.А., Куладжи Т.В.* Потенциал возобновляемых источников энергии Арктического региона. / Наука XXI века. Проблемы академической мобильности исследователя и методологии исследования (тез. докл. III Международ. науч.-практ. конф.) Архангельск: Изд-во ИД САФУ, 2013, С. 326-328.

[5] *Филин Н.В.* Использование альтернативных источников энергии для обеспечения электроэнергией объектов нефтегазовой отрасли в районах Крайнего Севера и Арктического шельфа. / Вопросы науки и образования. 2018. №13 (25). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ (Дата обращения: 26.02.2019).

S u m m a r y. In article perspective types of alternative energy sources which application can be realized in the conditions of Far North and areas, adjacent to it, are considered. The general are allocated as the main advantages of each look with a power alternative, and, characterizing all the nonconventional power sources given in article. Some examples of the implemented projects and developments which are in a stage of planning and studying are given.

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ КОНФЛИКТЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ОСВОЕНИИ СЕВЕРО-ЯКУТСКОЙ ОПОРНОЙ ЗОНЫ РАЗВИТИЯ АРКТИКИ РОССИИ

А.В. Евсеев*, Т.М. Красовская**
*МГУ им. М.В.Ломоносова, Москва, *avevseev@yandex.ru, **krasovsktex@yandex.ru*

POTENTIAL NATURE MANAGEMENT CONFLICTS IN THE COURSE OF NORTHERN-YAKUTSKAYA ZONE DEVELOPMENT IN THE RUSSIAN ARCTIC

A.V. Evseev, T.M. Krasovskaya
Lomonosov Moscow State University, Moscow

Аннотация. В соответствии с принятыми государственными программами Северная Якутия является опорной зоной экономического развития Российской Арктики. Разработка полезных ископаемых, развитие береговой инфраструктуры Северного морского пути увеличат площади хозяйственно используемых территорий, что может спровоцировать возникновение конфликтов природопользования в результате конкуренции за эксплуатацию экосистемных услуг.
Ключевые слова: природопользование, конфликты, экосистемные услуги, Северная Якутия

Введение

Государственной программой «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 года» с позднее принятыми дополнениями до 2030 г., Стратегическом плане действий «Арктика», реализуемом в рамках проекта «Российская Федерация – Поддержка Национального плана действий по защите Арктической морской среды», рассчитанным до 2020 года, Государственной программой Российской Федерации «Развитие транспортной системы», предусматривающей возрождение Северного морского пути (СМП) и др. (далее – Арктическая доктрина) обозначено ускоренное экономическое развитие восьми выделенных опорных зон Российской Арктики, включающее расширение промышленного (добыча полезных ископаемых), транспортного (усиление эксплуатации СМП и создание береговой инфраструктуры, строительство железных и автомобильных дорог, аэродромов), природоохранного, рекреационного природопользования. К 2030 г. предусмотрена реализация 150 инвестиционных проектов, 48% которых направлено на расширение добычи полезных ископаемых, 16% – на развитие транспортной инфраструктуры, 7% – на геологическую разведку, 2% – на охрану окружающей среды и т.д.

В то же время в документах Арктической доктрины обозначена приверженность к соблюдению постулатов устойчивого развития, среди которых отметим ориентацию на «зеленую экономику», развитие сети природоохранных территорий, а также поддержку развития традиционного природопользования коренных малочисленных народов, проживающих в регионе. Таким образом, кроме чисто экономического, можно выделить экологический и этнокультурный императивы, положенные в основу Арктической доктрины.

В связи с этим, особую актуальность приобретает прогнозирование потенциальных конфликтов природопользования, а также выработка мер по их смягчению. Это тем более важно, принимая во внимание тот факт, что опорные зоны развития предполагают реновацию экономики старопромышленных территорий (Мурманская и Архангельская обл., Воркутинский район Республики Коми и др.), которые входят в число «горячих точек» экологического значения в Арктике. Развитие промышленного и транспортного природопользования неизбежно затронет территории традиционного природопользования коренных малочисленных народов, уже существующие природоохранные территории. Конкурентные отношения в таких случаях будут возникать из-за эксплуатации территориальных пулов экосистемных услуг, прежде всего, – регулирующих, от которых зависит природный ассимиляционный потенциал, а также обеспечивающие (биоресурсные) экосистемные услуги (согласно международной классификации [6]).

Территория и методы исследования

Настоящее исследование представляет собой анализ потенциальных конфликтов природопользования в Северо-Якутской опорной территории развития Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) (рис. 1), основанный на выявлении конкурентных отношений за эксплуатацию экосистемных услуг путем проведении системного и эколого-экономического анализа.



Рис. 1. Северо-Якутская опорная зона развития АЗРФ.

Результаты и обсуждение

Для рассматриваемой территории были и останутся приоритетными следующие типы природопользования: промышленное, транспортное, природоохранное и традиционное коренных малочисленных народов и оленных якутов, а также селитебное, однако первые два за счет модернизации значительно усилят антропогенное воздействие на природную среду, сопряженное с расширением эксплуатации территориального пула экосистемных услуг. Локальный характер антропогенных нагрузок на природную среду, связанный с развитием транспортного природопользования в районе Тикси, Усть-Куйги, Нижнеянска и др., промышленного – в Анабарском, Булунском, Усть-Янском улусах, селитебного до настоящего времени в целом не превышал адаптационные возможности природных ландшафтов, не приводил к истощению территориальных пулов экосистемных услуг. Их восстановлению к тому же способствовали значительные площади экологического каркаса, представленного практически неиспользуемыми в хозяйстве территориями, либо занятые «щадящими» типами природопользования (природоохранным, традиционным). Расширение промышленного и транспортного природопользования создаст конкурентные отношения за эксплуатацию экосистемных услуг, особенно в случае наложения их ареалов на существующие типы, прежде всего – традиционного природопользования (оленеводство, охота, рыболовство и т.п.). Усиление конкуренции может создать и расширение ареалов селитебного природопользования, т.к. освоение новых территорий будет связано с притоком населения, к тому же модернизация инфраструктуры уже существующих поселений также будет способствовать этому.

Каждая территория располагает определенным пулом экосистемных услуг, объем которых определяется совокупностью географических факторов – радиационным балансом, плодородием почв, характером увлажнения и т.п. Потенциальные конкурентные отношения за эксплуатацию территориальных пулов экосистемных услуг Северо-Якутской опорной зоны представлены в таблице 1. При этом акцент делается на наиболее «проблемных» экосистемных услугах регионального уровня, поддающихся эколого-экономическим оценкам на основе существующих методов. Эти оценки могут быть положены в основу экономического регулирования использования территории, которое необходимо для предотвращения конфликтов природопользования [2].

Таблица 1

Потенциальные конкурентные отношения за территориальные пулы экосистемных услуг

Типы природопользования	Эксплуатируемые экосистемные услуги		
	Регулирующие	Обеспечивающие	Культурные
Промышленный	+	+	
Транспортный	+	+	
Селитебный	+	+	+

Традиционный	+	+	+
Природоохранный	+		

Из таблицы 1 следует, что в основе возникновения конфликтов природопользования при совмещении ареалов в рамках одной геосистемы определенного ранга будут лежать конкурентные отношения за экосистемные услуги, относящиеся прежде всего к категории регулирующих (водоочистные функции болотных, луговых и др. экосистем; очищение приземных слоев воздуха от аэротехногенных поллютантов, регулирование стока и др.), обеспечивающие (ресурсно-промысловые, водные и др.), а также культурные (рекреационные, эстетические, информационные и др.).

Самой сложной на настоящий момент задачей является определение территориальных пулов экосистемных услуг. Эти пулы формируют природные геосистемы определенного ранга, зависящего от площади потенциальной импактной зоны будущего промышленного, транспортного, селитебного объекта. Основой для выделения ареалов таких геосистем служат ландшафтные карты крупного масштаба, которые на исследуемую территорию практически отсутствуют. Однако для проведения первичных оценок (детальных планов ареалов освоения, а значит и их площадей, пока нет) можно использовать средне- и мелкомасштабные карты, чем мы и воспользовались, взяв за основу мелкомасштабные карты природных комплексов, опубликованные в Атласе Якутии и других изданий. Предполагаемые зоны пионерного освоения и староосвоенные районы расположены преимущественно на низменных аккумулятивных и водно-ледниковых равнинах, пластово-ступенчатых плато, горных и речных долинах, занятых в основном тундрами различных типов в сочетании с болотами, а также лесотундрами по южной периферии.

Наши исследования показывают, что основные пулы регулирующих услуг будут приурочены к кустарничковым и кустарниковым мохово-лишайниковым тундрам, а также лесотундрам (фильтрационные услуги), типичным травяно-моховым тундрам в сочетании с болотами, осоково-пушицевым и кочкарным тундрам в сочетании с болотами, а также лесотундровым редколесьям(водорегулирующие услуги), кустарниковым тундрам и лесотундрам (услуга по очищению приземных слоев воздуха от поллютантов), обеспечивающие (пастбищные, ресурсы дикоросов) услуги будут продуцировать типичные тундры и лесотундры, культурные (этнокультурные)- тундровые ландшафты и т.д.

Для количественных оценок пулов экосистемных услуг требуются натурные наблюдения за процессами фильтрации, формирования поверхностного стока и т.п., которые на исследуемой территории пока не проводились. Однако есть количественные оценки по другим северным территориям со сходной ландшафтной структурой. Приведем некоторые из них. По Воркутинскому району Республики Коми водоочистные функции болот оценивались по фильтрующей способности болот в теплое время года при средней скорости фильтрации 6,45-9,68 $м^3$/сутки [3]; водорегулирующие функции болот природного пар-

ка Нумто (ХМАО) оценены как 30% годового стока; этнокультурные экосистемные услуги одной из территорий традиционного природопользования НАО и Воркутинского района представляли собой совокупный выход традиционной продукции «кормящего ландшафта» и т.д. [4]. Референтным изданием, характеризующим объемы предоставления экосистемных услуг геосистемами мира, явились исследования Р. Костанцы с соавторами [5].

Выводы

Анализ перспектив развития природопользования Северо-Якутской опорной зоны позволил выявить потенциальную конкуренцию за эксплуатацию экосистемных услуг, которые предстоит квотировать для предотвращения конфликтов природопользования. Анализ ландшафтной структуры выявил их основные ландшафты-поставщики. Разумеется, восполнение дефицитных регулирующих экосистемных услуг возможно путем сооружения очистных установок, трубопроводов и т.п., что предполагает определенные экономические затраты. Эколого-экономическая оценка приоритетных для развития хозяйственной деятельности экосистемных услуг может показать необходимые объемы и рентабельность таких мероприятий.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №18-05-00335.

Литература

[1] Атлас Якутии. М.: ГУГК, 1981.

[2] *Красовская Т.М., Евсеев А.В.* Современные конфликты природопользования на Севере России. / Проблемы геоконфликтологии: М. Пресс Соло, 2004. С. 276-294.

[3] *Иванов К.Е.* Основы гидрологии болот лесной зоны и расчёты водного режима болотных массивов. /Л.: Гидрометеоиздат, 1957. 500 с.

[4] *Красовская Т.М.* Эколого-экономическая оценка этнокультурных функций экосистем севера России. / М-лы международной научно-практической конференции «Природопользование в Арктике: современное состояние и перспективы развития», Якутск: СВФУ, 2015. С.78-86.

[5] *Costanza R., De Groot R., Sutton P. et al*. Changes in the global value of ecosystem Services. / Global Environmental Change, 2014, Vol.26. Pp. 152-158.

[6] Millennium Ecosystem Assessment/ World Resources Institute, Washington, DC.86 p.

S u m m a r y**.** According to the State programs Northern Yakutia is a territory of advanced economic development in the Russian Arctic. Mineral and hydrocarbons extraction, the Northern Sea Route coastal infrastructure development will enlarge economically exploited territories which may provoke nature management conflicts, originating from competing exploitation of ecosystem services.

ОТКРЫТЫЕ ВОПРОСЫ ОБ ОСВОЕНИИ СЕВЕРА

М.Г. Жуковина
ДВФУ, г. Владивосток, zhukovinamasha@bk.ru

OPEN ISSUESS OF THE NORTH RECLAMATION

M.G. Zhukovina
Far Eastern Federal University, Vladivostok

Аннотация. В данной статье рассмотрен один из открытых вопросов в истории исследования Арктики – история освоения архипелага Шпицбергена и Северных территорий. Эти вопросы остаются малоизученным до сих пор.
Ключевые слова: Арктика, Шпицберген, история освоения, мореплаватели, землепроходцы

Введение

Что из себя представляет Шпицберген. Шпицберген (нем. Spitsbergen – «Острые горы») архипелаг, состоящий из островов Шпицберген, Медвежий, Надежды, Белый, Баренца, Эдж, Земля Короля Карла, Северо-Восточной Земли, а также из ряда других мелких островов, который располагается в Северном Ледовитом океане за Полярным кругом.

До 1920 г. архипелаг не принадлежал какой-либо стране, когда был принят Договор о Шпицбергене (Шпицбергенский трактат), подписанный в Париже 09 февраля 1920 г., которым был признан абсолютный и полный суверенитет Королевства Норвегия над архипелагом Шпицберген, островом Медвежий (или Берен-Эйланд) и остальными островами, расположенными между 10 и 35° восточной долготы от Гринвича и между 74 и 81°с.ш. Фактически архипелаг Шпицберген до 1920 г. являлся terra nullius (от лат. *ничейная земля*). Этим же договором предусматривались широкие права для судов и граждан стран-участниц Договора о Шпицбергене, а также России, хотя и не принимавшей участие в составлении и подписании договора, однако чьи интересы были учтены странами-участницами договора, что существенным образом ограничило норвежский суверенитет над архипелагом.

Официальным первооткрывателем архипелага Шпицберген является голландский исследователь Уильям (Вильям) Баренц, который в 1597 г. увидел и дал современное название острову Шпицберген, заявив об установлении голландского суверенитета над архипелагом. В последующем, в 1612 г., голландский суверенитет оспорили англичане, установив столб с государственным гербом на одном из островов архипелага Шпицберген, заявив, что Шпицберген был открыт английским мореплавателем Хью Уиллоби в 1553 г., когда он отправился на поиски морского пути в Индию [2]. Однако ни голландцы, ни англичане не создали на архипелаге поселения и не вели там экономической деятельности, само присоединение архипелага ограничивалось только заявлением об установлении суверенитета.

Вместе с тем история открытия Шпицбергена до настоящего времени вызывает острейшую дискуссию, не в последнюю очередь из-за особого правового статуса, а также из-за повышающегося внимания со стороны мировых держав к Арктике и тем ресурсам, которые скрыты в Арктике.

При этом архипелаг, права на который заявляет Норвегия, обладает особым правовым статусом, согласно Шпицбергенскому трактату (другое название Парижский договор) от 1920 г., несмотря на то обстоятельство, что Шпицберген находится под исключительной юрисдикцией Норвегии, однако на нем могут свободно вести экономическую деятельность все государства-участники Парижского договора.

Регион исследований, объекты и методы

Кто первым побывал на Шпицбергене, поморы или норманны?

Как отмечает В.П. Коровин, вероятно норманны бывали или могли бывать на острове Свальбард («Холодный берег») (русское название – Грумант), известный сейчас как Шпицберген, однако когда норманны могли быть на Свальбарде и были ли они именно на Шпицбергене, неизвестно.

Сами норманны в своих письменных источниках не указывают точное местоположение этого острова, в связи с чем, можно предположить, что Свальбард может относиться к названию иного географического места, либо же является своего рода описанием некоего мифологизированного географического места, располагающегося далеко на севере.

А.К. Порцель, также как и В.П. Коровин, отмечают, что вероятнее всего первым, кто открыл Шпицберген были норманны, побывав на нем в XII веке, а точнее в 1194 г. как указано в исландских сагах, в которых написано об открытии Свальбарда, норвежского названия Шпицбергена [2, 3].

Норманны были искусными мореплавателями и вполне возможно предположить, что они действительно первыми открыли Шпицберген, поскольку уже к началу VIII века норманны захватили Шетландские, Оркнейские и Гебридские острова, с которых в дальнейшем совершали разбойные набеги на территории Англии, Ирландии и на Фарерские острова, а в 861 г. норманны впервые высадись в Исландии, когда норвежец Наддод отплыл и Норвегии в сторону Фарерских островов, но из-за шторма сбилось с курса, в результате чего норманны оказались возле Исландии.

В это же время норманны совершали путешествия не только на Запад, но и на Восток, активно осваивая Северный Ледовитый океан. Одним из известнейших путешествий норманнов на Восток, является плавание Отера (Оттара), который в IX веке приблизительно в 870-880 гг. направился на корабле из Хельгеланна на север вдоль берега. После шести дней плавания вдоль берега, Отер пересек хорошо известные места рыболовного и китобойного промыслов, а затем достиг места, где берег поворачивал на восток [2].

В.П. Коровин предполагает, что этим местом является мыс Нордкап, расположенный на 71°10′с.ш. и являющийся самой северной точкой Европы.

После этого Отер продолжил плавание также вдоль берега, но уже в юго-восточном направлении и достиг места, где берег поворачивал на юг, что по мнению В.П. Коровина является горлом Белого моря.

После этого, прождав пять дней попутного ветра, Отер достиг устья большой реки, при этом ученные расходятся в оценках, какой реки достиг Отер, Северной Двины (так полагает Дж. Бейкер) или Кандалакшского залива

(И.П. Магидович), однако в этом месте Отер встретил населенную страну мифическую Биармию (Бьярмленд) [2].

Как подчеркивает П.С. Ширинкин, в поисках богатств, норманны продвигались не только на запад, в Исландию и Гренландию, но также и на восток, где, как полагали норманны, находилась страна Биармия (или Бьярмленд, англ. Bjarmaland). По утверждениям норманнов Биармия располагалась за студеными морями и долгой полярной ночью далеко на Востоке, начиная от Белого моря и заканчивая горами.

В.П. Коровин предполагает, что древней мифической Биармией является Пермь, поскольку Биармия и Пермь фонетически связаны между собой. При этом как указывает В.П. Коровин, Биармия, чье название неоднократно встречается в скандинавских сагах, еще в VI-VII веках поддерживала торговые отношения с северной частью Скандинавии, что показывает, во-первых, высокий уровень социально-экономического развития Биармии, а во-вторых, обширные географические познания Биармии об окружающем мире, по крайней мере о Северном Ледовитом океане и его побережье [2]. Безусловно, предположение В.П. Коровина не лишено оснований, поскольку еще в историографии XIX века было принято отождествлять Биармию с Пермью Великой, которая, по мнению сторонников этой теории, раскинулась от побережья Финского залива до Уральских гор и от Белого моря до Прикамья. Как отмечает П.С. Ширинкин, мнения, что Биармия и есть Пермь Великая придерживались С.К. Кузнецов, К.Ф, Тиандера, А.И. Соболевский.

А в 920 г., согласно норманнским сагам, в устье Северной Двины побывал Эйрик Бодек, совершивший разбойный набег на поселение местных жителей. В 965 г. также с разбойным набегом в устье Северной Двины побывал Гарольд Серый Плащ, сын Эйрика Бодека, а в 1026 г. в этом же месте побывал Торе Хунд, также совершив разбойный набег на прибрежное поселение [9].

Совершая столь дальние странствия, норманны вполне могли и попутно открыть Шпицберген, но оставить его в силу слишком суровых климатических условий и скудных природных ресурсов, да и для грабежа Шпицберген был слишком неподходящим местом. Однако, несмотря на достижения норманнов, как мореплавателей и исследователей, достоверных доказательств того, что Шпицберген является Свальбардом, не имеется, как не имеется сведений и того, что скрывается за этим названием.

В связи с этим нельзя обойти тему поморов и их заселение Груманта. Как указывает В.П. Коровин, российские поморы хорошо знали не только Новую Землю, но и Шпицберген, на котором вели промысел рыбы и морского зверя, а также китобойный промысел [2]. Об этом указывает и А.К. Порцель, отмечая со ссылкой на работы ученых Б. Кейлхау, В. Романовского, С.В. Обручева, что российские поморы не только эпизодически бывали на Шпицбергене, но и вели там активную экономическую деятельность с XIII века. Также А.К. Порцель указывает, что еще в 1493 г. немецкий ученный И. Мюнцер в письме португальскому королю Хуану II писал, что возле арктического полюса находится большой остров с большим поселением под властью московского государства,

а в 1528 г. об этом факте также сообщил датский адмирал своему королю Кристиану II [3].

В этой связи необходимо отметить, что Шпицбергенской экспедицией Института археологии РАН под руководством В.Ф. Старкова, проводившейся почти на протяжении тридцати лет, были найдены поселения поморов на Шпицбергене, датируемые XVI в., т.е. поселения поморов уже были на Шпицбергене еще до открытия Шпицбергена У. Баренцом [1]. Кроме того, дополнительным доказательством того, что Шпицберген был известен поморам, которые вполне вероятно постоянно на нем жили и вели морской промысел, является карта Г. Меркатора 1569 г., на которой Шпицберген обозначен как «Святые русские земли», под этим названием был известен Шпицберген в России [3].

Таким образом, нельзя отрицать, что норманны вполне вероятно бывали на Шпицбергене ранее российских поморов, однако закрепиться там не смогли и поселений не основывали. В свою очередь российские поморы активно исследовали и экономически использовали Шпицберген, что подтверждается историческими свидетельствами иностранных источников и данными археологических исследований, но в силу отсутствия сколь-нибудь значимой поддержки со стороны государства, поселения поморов в XIX веке прекратили свое существование на Шпицбергене [3, 4].

Выводы

Сегодня архипелаг Шпицберген находится под юрисдикцией Норвегии, что объективно сужает возможности проведения исследований, которые бы могли хоть отчасти пролить свет на то, кто же первым открыл архипелаг и когда.

Пока остается только предполагать и догадываться, поморы или норманны были столь искусными мореплавателями и исследователями, которые смогли проплыть столь большие расстояния в суровых условиях Полярного круга.

Ответ на этот вопрос позволит узнать какое место занимал архипелаг в истории норманнов и поморов, ведь неспроста он был назван как «Святые русские земли», а кроме того, ответ позволит узнать до каких горизонтов дошли норманны и поморы.

Литература

[1] *Державин В.Л.* К 70-летию В.Ф. Старкова / В.Л. Державин, В.И. Завьялов, П.Ю. Черносвитов // http://arheologija.ru/k-70-letiyu-v-f-starkova/

[2] *Коровин В.П.* История исследования и освоения Арктики. – СПб.: РГГМУ, 2013. 428 с.

[3] *Порцель А.К.* Спор о Шпицбергене: точка не поставлена. / Арктика и Север. – Архангельск: Изд-во САФУ, 2011. №3. С. 1-22.

[4] *Порцель А.К.* Шпицберген или Свабальд? Проблемы присутствия России на архипелаге в XX - начале XXI веков. / Вестник МГТУ. Т. 13. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2010. №2. С. 261-264.

S u m m a r y. One of the open issues of the history of the reclamation of Spitsbergen archipelago and Northen Territory - is studied by this article. This issues are pore studied yet.

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РФ В XX-XXI ВЕКАХ

Н.А. Кондратов
ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», Архангельск, n.kondratov@narfu.ru

CREATION OF SYSTEM OF STATE ADMINISTRATION DEVELOPMENT OF THE ARCTIC ZONE OF RUSSIA IN XX-XXI CENTURIES

N.A. Kondratov
Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov», Arkhangelsk

Аннотация. Рассматриваются общие вопросы формирования системы государственного управления в Арктической зоне РФ в XX – первой половине XXI века. Сделан акцент на стратегических приоритетах развития арктического макрорегиона в долгосрочной перспективе.

Ключевые слова: Арктика, стратегии развития, государственное управление, экономическое развитие

Введение

В конце XX – начале XXI вв. страны, расположенные как внутри (Дания, Исландия, Канада, Норвегия, США, Финляндия, Швеция), так и вне (Индия, Китай, Великобритания, Германия, Япония и другие) арктического региона проявляют к нему повышенный интерес. Цели освоения арктического пространства сформулированы в отдельных документах, подкреплены междисциплинарными исследованиями, финансированием, поддерживаются на государственном и корпоративном уровнях. В арктических стратегиях зарубежных государств содержатся тезисы об укреплении национального суверенитета, обеспечении устойчивого социально-экономического развития северных территорий, в т.ч. инфраструктуры, сохранении коренных народов и их природопользования, развитии научно-образовательной сферы и международного сотрудничества [4, 5].

Дополнительную актуальность программам освоения арктических пространств придает тот факт, что в Арктике наблюдаются стремительные и необратимые перемены, полного понимания причин и последствий которых пока не сложилось. Примерами могут быть названы изменение климата и глобализация, за которыми следуют технологические, организационные и институциональные преобразования. Смысл последних заключается в разработке направлений и выборе инструментов государственной политики в арктическом регионе [7]. Многие из внерегиональных стран в 2013 г. стали членами Арктического Совета.

Объекты и методы

Важность арктической проблематики обусловлена тем, что формирование и научное обоснование приоритетов освоения циркумполярных территорий Российской Федерации является одной из ключевых задач развития и модернизации отечественной экономики. Как известно, российский арктический сектор – самый большой среди приарктических государств. Если принимать за

южную границу российской Арктики Северный полярный круг, он охватывает свыше 9 млн кв. км, из которых почти 7 млн кв. км приходится на водное пространство (из которых 5 млн кв. км покрыто льдом), что составляет около половины площади Северного Ледовитого океана. Свыше 22 тыс. км составляет протяженность арктического побережья России (общая протяженность – 38 тыс. км) [1]. В арктической зоне России (далее – АЗРФ) проживает примерно 2,5 млн. чел. (всего в Арктике 4,2 млн. чел.) и создается около 5% ВВП страны.

Изучение направлений и проблем освоения Арктики показывает большую роль географической науки в разработке и решении народнохозяйственных задач. Роль науки повышается не только благодаря огромному влиянию географического фактора в зоне Крайнего Севера и Арктики, но и в связи с хорошо заметной в этой зоне дифференциацией природных и социальных условий хозяйственной деятельности. Вместе с тем, как показывает практика, географические факторы недостаточно полно учитываются при разработке стратегических документов освоения ресурсов арктического региона.

Обсуждение результатов

Отличительными особенностями арктического региона, влияющими на формирование здесь государственной политики, являются:

- экстремальные природно-климатические условия, включая постоянный ледовый покров и дрейфующие льды в морях Северного Ледовитого океана;
- очаговый характер промышленно-хозяйственного освоения территории;
- удаленность от промышленных центров, зависимость хозяйственной деятельности и жизнеобеспечения населения от поставок топлива, продовольствия и товаров первой необходимости из других регионов;
- низкая плотность населения;
- наличие районов традиционного природопользования коренных малочисленных народов;
- низкая устойчивость местных экологических систем, определяющих биологическое равновесие и климат Земли, их зависимость от незначительных антропогенных воздействий, источники которых могут находиться за пределами арктического региона.

Государственная политика в АЗРФ разрабатывается с 1916 г. В 1998-2019 гг. в Федеральном собрание РФ рассматривается законопроект «О развитии Арктической зоны РФ» *(рабочее название).* Основной целью законодательной инициативы является установление особенностей правового регулирования экономической, социальной, природоохранной, научно-образовательной и иной деятельности в АЗРФ, что, по мнению многих экспертов, стало попыткой «объять необъятное» и частично объясняет, почему этот закон до сих пор не принят. Принятие закона в будущем создаст правовую базу для управления арктическим пространством, сократит число «северных» нормативных правовых актов, актуализирует механизмы их реализации. В законопроекте Арктическая зона России впервые определена как самостоятельный объект государственного управления и регулирования. В основу ее развития положен промышленно-транспортный масштабный инвестиционный проект (мегапроект), который раз-

вертывается на территориях опережающего развития на принципах стратегического планирования и проектного финансирования.

В 2006 г. Министерство регионального развития РФ разработало проект Концепции устойчивого развития Арктической зоны России. Стратегической целью политики России в Арктике является обеспечение сбалансированного решения задач социально-экономического развития и сохранения окружающей природной среды в интересах нынешних и будущих поколений на основе эффективного использования природных ресурсов, сохранения традиционного природопользования коренных малочисленных народов, повышения качества жизни и улучшения здоровья населения, восстановления нарушенных природных систем, укрепления национальной безопасности, развития международного сотрудничества.

В 2014-2017 гг. Указами Президента России определен состав Арктической зоны России. Цели, задачи и механизмы (этапы, участники, ресурсное обеспечение) реализации политики России в Арктике сформулированы в Основах государственной политики в Арктике на период до 2020 г. и дальнейшую перспективу и Стратегии развития Арктической зоны РФ и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 г., утвержденных Президентом России в 2008-2013 гг. Постановлением Правительства РФ № 1393 от 17.12.2014 г. утвержден ключевой механизм реализации мероприятий арктической стратегии России – программа «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 года». С 2015 г. в Правительстве РФ функционирует Государственная Комиссия по вопросам развития Арктики. В структуре Федерального Собрания РФ действуют Комитет по региональной политике и проблемам Севера и Дальнего Востока и Экспертный Совет по Арктике и Антарктике.

Обеспечение территориального единства АЗРФ, проведение согласованной политики по ее развитию осложняются тем, что в административном плане российская арктическая зона составлена из субъектов, относящихся к разным Федеральным округам. Особенностями национальной политической культуры, предполагающей наличие на ключевых направлениях экономического развития специального органа, обладающего координирующими функциями, способного решать задачи продвижения институциональных преобразований, продиктована идея создания отдельного органа исполнительной власти по вопросам развития Арктики. В качестве аналога такой деятельности может послужить опыт управления Дальним Востоком, где деятельность административных органов сфокусирована как на подготовке комплексных программ развития территорий, так и координации работ по реализации программ развития федерального и регионального уровней. Как альтернативный вариант может быть выдвинуто предложение о создании по аналогии с существующими корпорациями с долей государственного участия корпорации по вопросам развития Арктики [6].

В январе 2019 г. Президент РФ В.В. Путин поддержал идею о создании на базе Министерства по развитию Дальнего Востока федерального органа, в компетенцию которого войдет развитие всей арктической зоны. Указом Главы Республики Саха (Якутия) от 30 декабря 2018 г. № 313 в целях обеспечения ком-

плексного подхода к развитию Арктической зоны Республики Саха (Якутия), устойчивого развития коренных малочисленных народов образовано Министерство по развитию Арктики и делам народов Севера (путем преобразования комитета Республики Саха (Якутия) по делам Арктики).

В рамках ООН, Арктического Совета, политики «Северного измерения» Европейского Союза, рабочих групп Баренцева Евро-Арктического региона Россия выступает инициатором разработки и принятия юридически обязывающих документов о развитии Арктики и использования ее природно-ресурсного потенциала.

Среди приоритетов политики России в Арктике, которые следует рассматривать в долгосрочной перспективе, отметим:

- обеспечение национальной безопасности и суверенитета России в арктическом регионе, охрана государственной границы России в Арктике;

- использование арктической зоны в качестве стратегической ресурсной базы, обеспечивающей социально-экономическое развитие страны. Осуществление геолого-геофизических, географических, гидрометеорологических, гидрографических и картографических работ в долгосрочной перспективе обеспечит прирост балансовых запасов полезных ископаемых, водных биологических и других видов сырья, определит направления развития северного туризма;

- диверсификацию экономического уклада и развитие арктических территорий с опорой на знания и инновационные технологии. Освоение новых месторождений в настоящее время сопровождается участием российских предприятий в обустройстве платформ и площадок, использования отечественных транспортных средств для экспорта энергоносителей и работы портов.

- необходимость решения демографических проблем: прекращение оттока населения, развитие трудовых ресурсов (через модернизацию целевых образовательных программ подготовки и переподготовки специалистов), обеспечение доступности и качества медицинского обслуживания, сохранение социальных гарантий для лиц, работающих и постоянно проживающих в АЗРФ;

- создание современной промышленной, энергетической и информационно-телекоммуникационной инфраструктуры; развитие сухопутной транспортной сети (в т.ч. авиации), ее объединение с международными магистралями; использование Северного морского пути в качестве единой транспортной коммуникации России в Арктике, строительство судов ледокольного, аварийно-спасательного и вспомогательного флотов, реконструкцию объектов береговой инфраструктуры;

- обеспечение баланса между использованием природных ресурсов и потребностью сохранить природную среду в интересах будущих поколений (устойчивое развитие Арктики) [2];

- улучшение качества жизни коренных малочисленных народов, сохранение их традиционного природопользования, интеграция в экономическую, культурную, научно-образовательную среду;

- развитие образования, здравоохранения и культуры, организация фундаментальных и прикладных научных исследований по накоплению современных знаний и разработке подходов к управлению арктическими тер-

риториями, рентабельного и экологически безопасного освоения природных ресурсов, надежного функционирования систем жизнеобеспечения населения;

- повышение эффективности от сотрудничества с зарубежными странами в результате совершенствования действующих норм и инициативной разработки новых международных договоров и соглашений.

Выводы

На основании вышеизложенного представляется целесообразным дальнейший анализ развития специфических подходов к разработке программ, правовых, финансово-экономических и административно-организационных механизмов, которые обеспечат эффективное освоение арктических пространств, защиту национальных интересов, экологическую безопасность и охрану окружающей среды в арктическом регионе. Международное взаимодействие, обмен опытом, академическая мобильность будут способствовать превращению Арктики в территорию коллективного творческого поиска, внедрения передовых организационных и технических решений, которые будут использоваться в целях устойчивого развития всего человечества.

Литература

[1] Арктика: интересы России и международные условия их реализации. / Под ред. Барсегова Ю.Г., Корзуна В.А., Могилевкина И.М. и др. М.: Наука, 2002. 356 с.

[2] *Додин Д.А*. Устойчивое развитие Арктики (проблемы и перспективы). СПб.: Наука, 2005. 283 с.

[3] *Лукин Ю.Ф.* Статус, состав и население российской Арктики. / Арктика и Север. 2014. № 15. С. 1-23.

[4] *Пилясов А.Н.* Прогнозное развитие российской Арктики: трансформация пространства, внешние связи, уроки зарубежных стратегий. / Арктика: экология и экономика. 2011. № 2. С. 10-17.

[5] *Чистобаев А.И., Кондратов Н.А.* Экономическое развитие Арктики: приоритеты России и зарубежных государств. / Геополитика и безопасность. 2013. № 2 (22). С. 84-91.

[6] *Чистобаев А.И., Малинин П.Ю.* Арктическая зона Российский Федерации как особый объект государственного управления. / Региональные исследования. 2016. №2 (52). С. 122-128.

[7] *Янг О.Р.* Будущее Арктики: роль идей. / Вестник Московского университета. Сер. 25. Международные отношения и мировая политика. 2011. № 2. С. 22-40.

S u m m a r y General issues of the organization of public administration in the Arctic zone of the Russian Federation in the XX – first half of the XXI century are considered. The emphasis is placed on the strategic priorities of the Arctic macro-region in the long term.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ АРКТИКИ: ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ЛЕДОВОГО ПОКРОВА

И.А. Ржавская
ФГБОУ ВО «ИГУ», г. Иркутск, Россия, irina.rzhavskaia@mail.ru

THE ARCTIC ENVIRONMENTAL PROBLEMS: CHANGES OF CLIMATE AND SEA ICE COVERAGE

I.R. Rzhavskaya
Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

Аннотация. Рассмотрены текущие экологические проблемы Арктики – изменение климатических условий в регионе и одно из последствий изменений – сокращение площадей морского льда. Был проведен анализ климатической и ледовой ситуаций в Арктике за последние несколько десятков лет на базе влияния естественных циклов и антропогенного вмешательства.

Ключевые слова: Арктика, экологические проблемы, изменение климата, таяние арктического льда

Введение

Арктика многие годы обращает на себя внимание ухудшением природной обстановки и общим изменением природно-климатической ситуации. Обладая достаточно хрупкой и уязвимой экосистемой, рассматриваемый регион особенно резко реагирует на внешние воздействия как природного, так и антропогенного характера. Учитывая тот факт, что Арктика является регионом, обладающим значительным потенциальным запасом топливно-энергетических ресурсов и выгодным стратегическим положением с развивающимися транспортными коридорами, то определены перспективы интенсивного освоения и развития странами, имеющими в нем свой сектор.

Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП) выделила в Арктике несколько основных экологических проблем. Среди них – загрязнение вод арктических морей стоками нефти и химических соединений, а также морским транспортом, уменьшение популяций полярных животных и изменение их среды обитания, увеличение масштабов рыболовства и добычи морепродуктов. Однако текущей острой является проблема изменения климата и связанная с ней проблема таяния арктического льда, которая, в свою очередь, является спусковым механизмом для развития многих других экологических проблем в регионе и на планете в целом. Поэтому в данной работе акцент был сделан на изменение климатической ситуации в Арктике и на сопутствующую проблему сокращения площади и толщины арктической ледяной шапки.

Была поставлена цель, в ходе решения которой необходимо было проанализировать состояние климатической обстановки в Арктике за продолжительный период, который позволил бы говорить о каких-либо закономерностях. По данным непрерывных инструментальных наблюдений по температуре воздуха был выбран временной промежуток в 100 лет, в котором были выделены основные циклы климатических изменений и описаны особенности их проявления. Также важно было рассмотреть конкретные показатели по температуре

воздуха над морской Арктикой, причем выявить их отличия по сезонам и по годам, что позволило бы рассчитать температурные отклонения.

Дальнейший расчет был обращен на последствия данных климатических изменений, в частности, на состояние морского льда. Был проведен анализ ледовой ситуации в регионе за период 1979-2018 гг. и динамики оледенения по месяцам в годы максимального и минимального ее развития, изменение толщины ледяной шапки, а соответственно и ее возраста, и как итог – перечислены основные причины и возможные последствия данных экологических проблем.

Объекты и методы

Объект исследования – Арктика с изменяющейся климатической и ледовой обстановкой. Использованные методы – сравнительный, сравнительно-описательный, аналитический, обработка и анализ статистических данных и картографического материала.

Обсуждение результатов

По результатам проделанной работы было отмечено, что изменяющиеся климатические условия в Арктике характеризуются повышением температуры воздуха. При этом темпы данного процесса не всегда сопоставлялись с повсеместным его проявлением – здесь теплеет в 2-3 раза интенсивнее, чем на остальной части планеты. Это демонстрирует арктическое усиление изменения климата, которое связано с летним сокращением площади льда, приводящего к повышению температуры воздуха в осенние месяцы, а также с увеличение переноса тепла в высокие широты.

Среди причин изменения данной климатической ситуации выделяют как естественные природные циклы, так и антропогенное вмешательство. Согласно теории цикличности изменения температуры на Земле фиксируются каждые 60-70 лет, и то, что мы наблюдаем в последние десятилетия – лишь очередной цикл планеты, характеризующийся повышением температуры в целом на планете, соответственно и в Арктике.

На основании анализа климатической обстановки за последние 100 лет [3] было выявлено два цикла, характеризующихся повышением температуры – в 1920-1940 гг. и начиная с 1970-х гг. Выделенные циклы имеют как территориальные, так и сезонные различия. Наблюдаемый в настоящее время цикл отличается наиболее активным развитием в тихоокеанской части Арктики в теплый период. Для более полной характеристики современного цикла стоит обратить внимание на изменение температуры воздуха над морской Арктикой – акваторией Северного Ледовитого океана, покрытой льдами в зимний период.

На основании построенного графика температурных колебаний была выявлена их неравномерность изменений (рис. 1).

На протяжении рассматриваемого периода в пределах морской Арктики наблюдается постепенный неравномерный рост летних температур с 3,3°С в 1970-е гг. до максимальных 5,6°С в 2007 г. и повышение температур в холодный период с –23°С в 1965 г. до –17,7°С в 2011 г. По линии тренда мы видим, что температура воздуха не имела устойчивых тенденций роста на всем проме-

жутке времени. Так, ее повышение в холодный период, а именно с ноября по март, началось раньше, чем в теплый период, а рассчитанное стандартное отклонение показало значимое превышение в 2007 и 2011 гг. как в теплый, так и в холодный период.

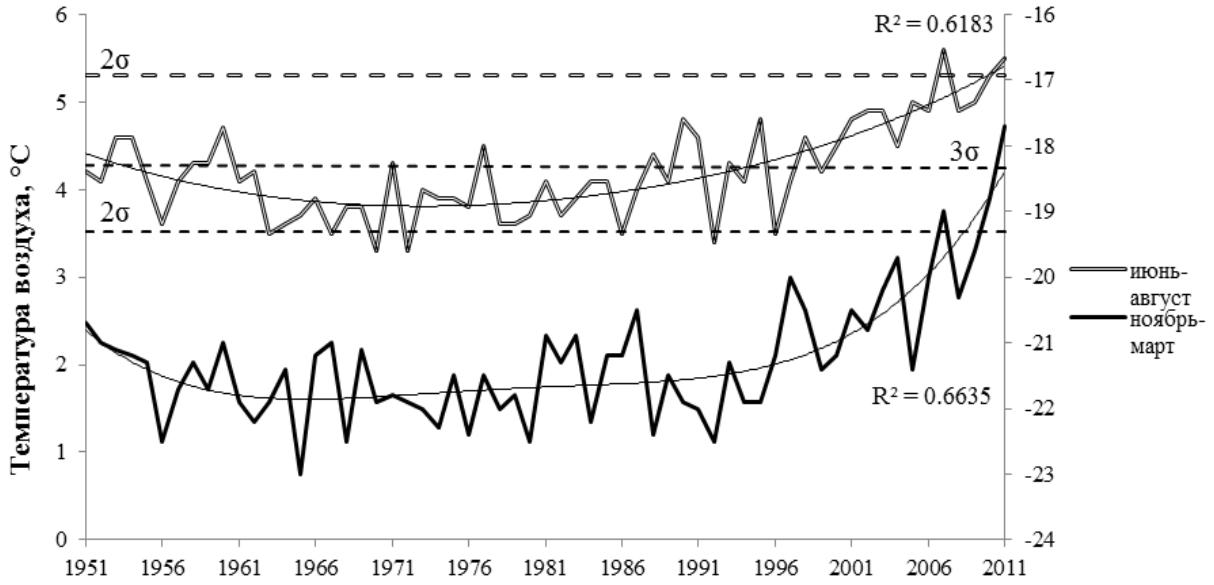


Рис. 1. Изменение средней температуры воздуха и полиноминальная тенденция (сглаженная кривая) в морской Арктике с ноября по март и с июня по август за 1951-2011 гг. (по данным [3]).

Следствием повышения температуры воздуха в Арктическом районе является уменьшение площади и толщины морских льдов, особенно активно проявившееся последние 40 лет. Наблюдаемая ситуация не является единственной, ранее также наблюдались достаточно малоледовитые периоды, один из которых пришелся на период 1920-1940 гг., совпавший с периодом роста температур в Арктике.

За период 1979-2018 гг. максимальная площадь льда сократилась на 13%, причем устойчивая тенденция к ее уменьшению наблюдается в течение всего периода, а минимальная – на 55%, с максимальным ее сокращением в сентябре (рис. 2). Это объясняется тем, что океан поглощает в течение лета солнечную энергию из-за меньшей площади арктических льдов, а осенью дополнительная энергия высвобождается в виде тепла, что определяет нагревание нижних слоев атмосферы. По данным полиноминального тренда можно сделать вывод, что последние четыре года для минимальной площади льдов характерна небольшая тенденция к росту. Среднеквадратическое отклонение значимое для минимальной площади в 2012 г., что может быть связано с подобным отклонением в температуре воздуха, наблюдавшиеся годом ранее. При этом максимальная площадь не имеет значимых отклонений.

Помимо сокращения площади арктического льда наблюдается и резкое сокращение его толщины и возраста [2]. Ледовая обстановка 2012 г. с наименьшей площадью арктических льдов показала, что основные области старого льда приурочены к Канадскому Арктическому архипелагу, побережью

Гренландии и Северному полюсу. Однако помимо явного сокращения площади льдов в Арктике наблюдается и уменьшение его толщины, это говорит о том, что ледяной покров становится моложе. Это происходит из-за того, что старый многолетний лед стал менее устойчив к потеплению.

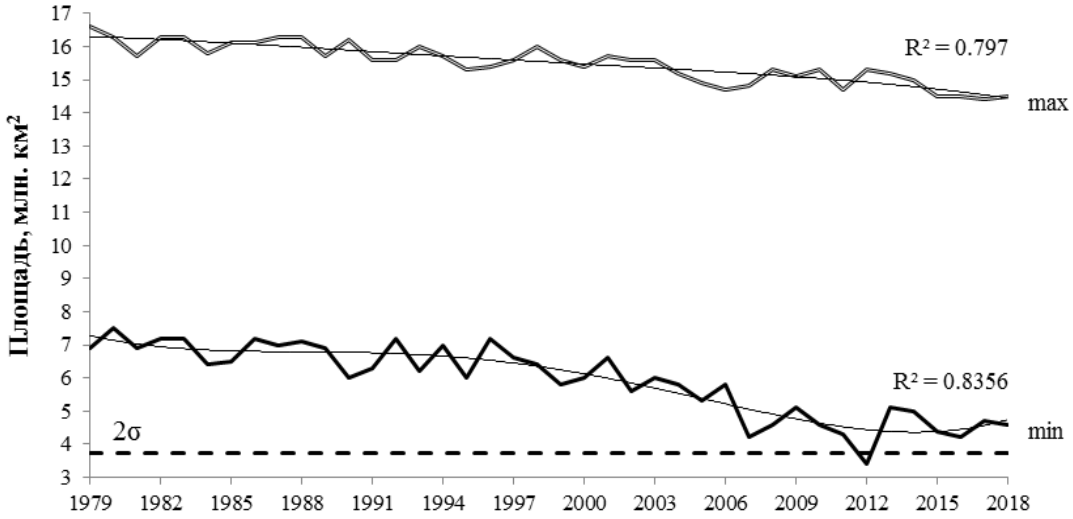


Рис. 2. Динамика максимальной и минимальной площади льдов Арктики и полиноминальная тенденция (сглаженная кривая) за период 1979-2018 гг. (по данным [1]).

Таким образом, повышение температуры воздуха образует цепочку взаимосвязанных последствий, основным из которых является таяние арктических льдов, уменьшение их толщины и деградация старого льда. В материковой части происходит оттаивание многолетней мерзлоты, что приводит к освобождению большого объема метана, парникового газа, также приводящего к росту температур и просадкам грунта, на котором расположена инфраструктура Арктики.

Сокращение площади и толщины арктического льда приводит к уменьшению альбедо, вследствие чего происходит нагревание поверхности, повышение уровня Мирового океана, опреснение вод, которое изменит их циркуляцию (ослабление переноса тепла в Северной Атлантике из низких в высокие широты) и активизирует стихийные бедствия. Также это увеличивает риск распространения эпидемий – бактерии, находящиеся до этого в замороженной среде, высвобождаются при оттаивании. Примером может служить появление сибирской язвы на полуострове Ямал. Данная болезнь считалась исчезнувшей среди людей уже как 80 лет, а ее вакцинация прекратилась после 2007 г.

Выводы

1. На основании анализа климатической ситуации в Арктике выявлен рост температуры воздуха, наблюдаемый с 1970-х гг., а также отмечается наиболее активное развитие данного процесса по сравнению с остальной частью планеты.
2. Среди основных причин роста температур воздуха выделяют как естественные циклы, так и антропогенное воздействие.

3. Текущее потепление является вторым за последнее столетие и характеризуется наиболее полным проявлением в тихоокеанской части Арктики в летне-осенний период.

4. На основе построенных температурных кривых в пределах морской Арктики был выделен полиноминальный тренд, отражающий неравномерность изменения температуры по годам и месяцам. Тенденция к повышению летних температур наблюдается с 1970-х гг., а температур в холодный период с 1962–1965 гг.

5. Среднеквадратическое отклонение демонстрирует равномерность распределения летних температур по сравнению с холодным периодом. При этом аномальное отклонение (3σ) характерно для верхнего диапазона температур в холодный период (2017 г.). Значимое отклонение (2σ) характерно для верхнего диапазона, как для теплого, так и для холодного периодов (2007 и 2011 гг.).

6. Несмотря на общие тенденции уменьшения площади арктических льдов как максимальных, так и минимальных, с 2014 г. наблюдается небольшая тенденция к росту минимальной площади.

7. Значимое среднеквадратическое отклонение характерно для 2012 г. по минимальной площади. Ситуация может быть связана с подобным отклонением в температуре воздуха, наблюдавшимся годом ранее.

8. Кроме явного сокращения площади арктического льда также наблюдается уменьшение его толщины. Это свидетельствует о том, что ледяной покров становится моложе.

9. Температурный фактор помимо таяния морского льда является причиной оттаивания многолетней мерзлоты, уменьшения альбедо, повышения уровня Мирового океана, опреснения вод, а также приводит к активизация стихийных бедствий и распространению эпидемий.

Литература

[1] Charctic interactive sea ice graph // National Snow and Ice data center. – URL: http://nsidc.org/arcticseaicenews/charctic-interactive-sea-ice-graph/.

[2] Анализ ледовой… // Обзорные карты состояния ледяного покрова Северного Ледовитого океана. URL: http://www.aari.ru/odata/_d0015.php?lang=0&mod=0&yy=2012.

[3] *Радионов В. Ф., Александров Е. И., Алексеев Г. В.* Климатический анализ гидрометеорологических параметров северной полярной области и Арктических морей России. М.: ФГБУ «ААНИИ», 2014. 18 с.

S u m m a r y. The current environmental problems of the Arctic have been considered: climate change in the region and, as a consequence, reduction of the sea ice coverage. The analysis of climatic and ice situations in the Arctic have been carried out over the past few decades, the influence of natural cycles and the anthropogenic factor was revealed.

ВЕРОЯТНОСТЬ РАЗРУШЕНИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ НОВОПОРТОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА ЯМАЛЕ ОВРАЖНОЙ ЭРОЗИЕЙ

А.Ю. Сидорчук
МГУ им. М.В. Ломоносова, fluvial05@gmail.com

PROBABILITY OF DESTRUCTION OF THE INFRASTRUCTURE OF THE NOVOPORT FIELD ON THE YAMAL BY GULLY EROSION

A.Yu. Sidorchuk
Moscow State University of M.V Lomonosov

Аннотация. Проведены расчеты овражного потенциала для одного из овражно-балочных водосборов в области освоения Новопортовского нефтегазоконденсатного месторождения на полуострове Ямал. Они показали, что овражный потенциал этого водосбора в основном уже выработан, и противоэрозионные мероприятия могут быть сведены к местному улучшению качества грунтового покрытия на отдельных участках с высоким потенциалом овражной эрозии.
Ключевые слова: динамическая модель образования оврага, степень нарушения растительного покрова, критическая скорость потока для начала эрозии

Введение

Современная перигляциальная область в Российской Арктике, в частности на полуострове Ямал, подвержена овражной эрозии и характеризуется густой овражно-балочной сетью. Здесь густота балок и оврагов со связанными с ними ложбинами на склонах достигает 2-2,5 км/км^2 при довольно скромном вертикальном расчленении рельефа – максимум до 25-30 м. Крио-овраги активны за счет малой устойчивости перигляциальных ландшафтов. В ходе антропогенного освоения криолитозоны, повреждения растительного покрова, строительства поселков и линейных объектов, увеличения вероятности скопления снега и появления источников теплой воды эта неустойчивость увеличивается в разы. В этих условиях необходимы методы расчета овражного потенциала для рационального размещения сооружений и объектов инфраструктуры на территориях нового освоения, в частности на территории Новопортовского месторождения, во избежание их повреждения и разрушения существующими и возникающими оврагами.

Объекты и методы

1) Из большой цифровой модели рельефа (ЦМР) ArcticDEM [3] с горизонтальным разрешением 2 м пиксель извлекаются участки с балочными водосборами, на которых расположены объекты инфраструктуры Новопортовского месторождения. Так как расчеты ведутся на ПК, размеры участков не превышают 1-2 км^2, чего бывает достаточно для охвата водосбора крупной балки с одним или двумя поселками комплекса освоения месторождения. В данном исследовании для этой и последующих процедур использована ГИС QGIS [4] с инструментами ГИС SAGA, что конечно не исключает применения других коммерческих или открытых ГИС.

2) На исходной ЦМР проводится заполнение замкнутых котловин (инструмент ГИС SAGA Terrain Analysis – Hydrology- Fill sinks), после чего строится поле площадей водосборов, опирающихся на данный пиксель (инструмент

ГИС SAGA Terrain Analysis – Hydrology- Catchment area) и линии тока разного порядка, берущие начало на пикселях с некоторой минимальной площадью водосбора и заканчивающиеся в узлах слияния с другими линиями тока (инструмент ГИС SAGA Terrain Analysis – Channels – Channel network). Этот инструмент также создает поле направлений стока по наибольшему уклону к ближайшему соседу вдоль этих линий тока.

3) По полю направлений стока строятся линии тока, берущие начало на пикселях с некоторой минимальной площадью водосбора (в истоке) и заканчивающиеся на краевых пикселях (т.е. в устье данной линии тока) Такого инструмента нет в ГИС SAGA (и в других доступных мне ГИС), потребовалось составление специальной несложной программы для реализации такой процедуры.

4) Таким образом, для каждого овражно-балочного водосбора выделяется система растровых линий тока, каждая из которых проходит от своего истока до устья оврага и для каждого пикселя которой имеется информация о его горизонтальных координатах, вертикальных отметках поверхности и площадях водосбора, опирающихся на данный пиксель.

5) Необходимые метеорологические характеристики снимаются с метеостанции Новый порт: высота и плотность снежного покрова в начале снеготаяния, осадки холодного и теплого периода, температура воздуха. По этим данным по срокам по гидрологической модели рассчитывается слой стока воды в периоды снеготаяния и летних дождей. Использована синтезированная модификация моделей Виноградова [2] и Гельфана [1].

6) Для каждой линии тока по модели GULTEM рассчитывается изменение вертикальных отметок поверхности на овражном водосборе за период 51 год (1966-2016 гг.) при различных значениях критической скорости начала размыва верхнего слоя почво-грунтов с растительностью. Детальное описание применяемых эмпирических формул, расчетных цифровых схем и приемов по модели GULTEM можно найти в [5].

7) Назначается опасная величина вертикального размыва овражного водосбора. Целесообразно в качестве таковой принять мощность верхнего слоя почво-грунтов с растительностью. Часть водосбора, на которой размыв больше опасного при заданной критической скорости, выделяется как область, где необходимы мероприятия по снижению или устранению овражной эрозии.

Обсуждение результатов

Вышеприведенный алгоритм был реализован для водосбора крупной балки в бассейне р. Пасядайяха на останце третьей аллювиально-морской террасы, сложенной песками и суглинками ермаковского горизонта. На этом водосборе расположен главный объект Новопортовского месторождения – центральный пункт сбора нефти (ЦПС). Расчеты велись при трех значениях критической скорости начала размыва Ucr: 0,1; 0,3 и 0,5 м/с для верхнего слоя почво-грунтов с растительностью и 0.1 м/с для основной толщи грунта.

При Ucr =0,5 м/с для верхнего слоя грунта (рис.) рассчитанный овражный потенциал (т.е. длины линейных эрозионных форм с глубиной размыва более

10 см, которые сформировались за 50 лет) практически совпадает с основной балкой, которая сформировалась в натурных условиях до сооружения ЦПС. Такая критическая скорость характерна для почво-грунтов с плотностью подземной биомассы (тонких корешков растений) 4 г/100 см^3 [6]. Это в целом соответствует ненарушенному покрову в тундре с кустарниковой ивняковой растительностью.

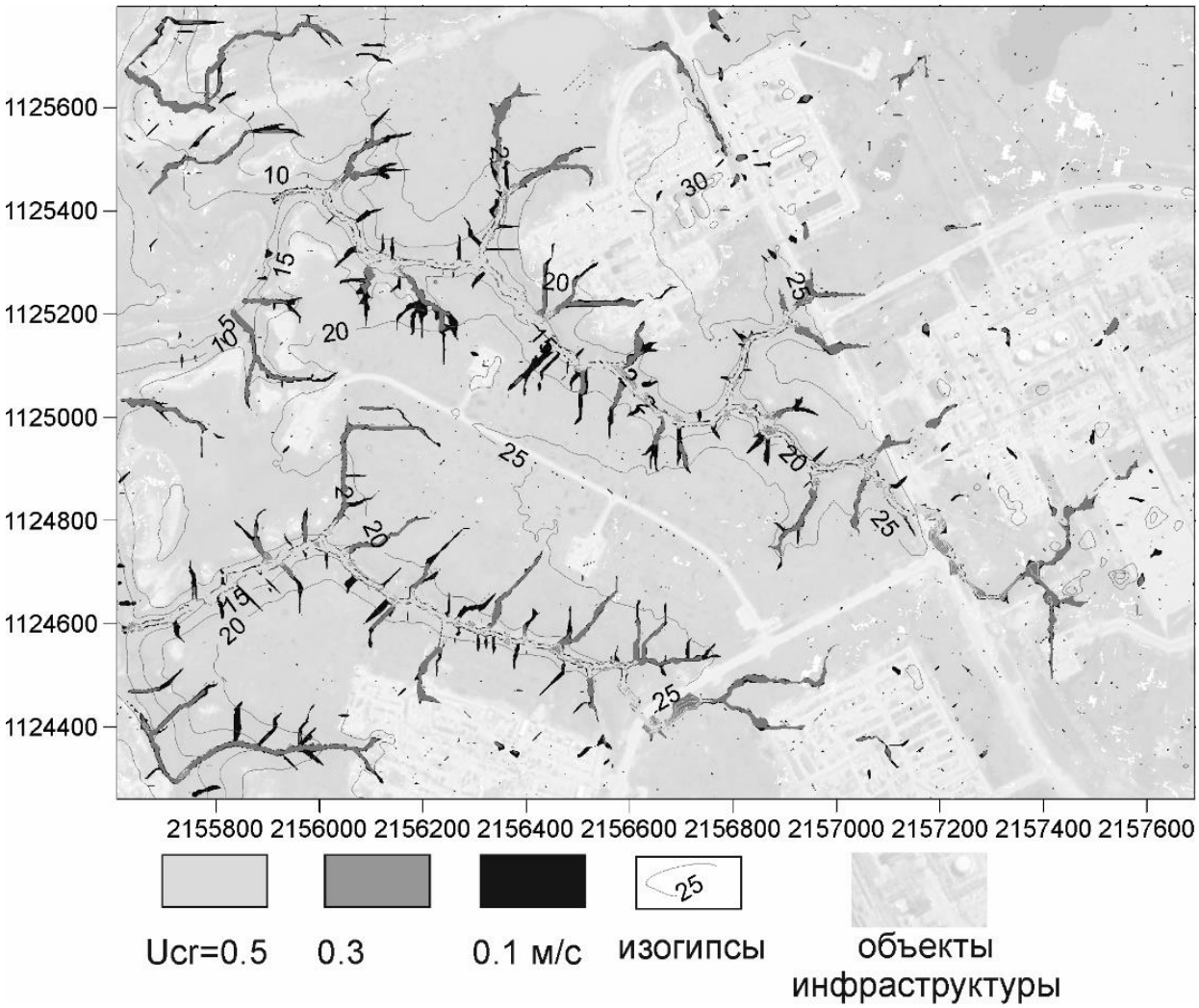


Рис. 1. Вероятное развитие овражной сети на территории ЦПС Новопортовского месторождения.

Овражный потенциал при Ucr = 0,3 м/с для верхнего слоя грунта в основном все еще соответствует натурной эрозионной сети. Но при столь небольшом уменьшении эрозионной устойчивости грунта (на 0,5 г/100 см^3) возникает целая серия потенциальных оврагов (рис), которых не было в естественных условиях формирования эрозионного рельефа. Эти овраги протягиваются от русла основной балки и заходят на территории площадок ЦПС Новопортовского месторождения.

Критическая скорость Ucr = 0,1 м/с для верхнего слоя грунта соответствует практически полностью нарушенным растительному покрову и верхнему слою почво-грунтов, поэтому потенциал овражной эрозии близок к макси-

мальному. Следует констатировать, что при этом потенциальная длина оврагов увеличивается весьма незначительно.

Выводы

Потенциал овражной эрозии на территории ЦПС Новопортовского месторождения близок к максимальному. Это означает, что противоовражные мероприятия для защиты инфраструктуры Новопортовского месторождения могут быть сведены к местному улучшению качества грунтового покрытия на отдельных участках с высоким потенциалом овражной эрозии, проведению планации зарождающихся эрозионных рытвин и прочим сравнительно простым противоэрозионным мероприятиям

Литература

[1] *Гельфан А.Н.* Модель стока воды при снеготаянии и при дождях. / Эрозионные процессы центрального Ямала / Ред. А.Ю. Сидорчук, А.В. Баранов. СПб: РНИИ Культурного и природного наследия, 1999. С. 205-224.

[2] *Виноградов Ю.Б.* Математическое моделирование процессов формирования стока: опыт критического анализа. Л.: Гидрометеоиздат, 1988. 312 с.

[3] *ArcticDEM,* 2018. Harvard Dataverse V1 [Электронный ресурс]. https://doi.org/10.7910/DVN/OHHUKH.

[4] *QGIS Development Team,* 2004-2014. V3.4 [Электронный ресурс]. https://qgis.org.

[5] *Sidorchuk A.* Gully erosion in the cold environment: Risks and hazards. / Advances in Environmental Research. Vol. 44. Hauppauge, NY: Nova Science Publ., 2015. Pp. 139-192.

[6] *Sidorchuk A., Grigorev V.* Soil erosion on the Yamal Peninsula (Russian Arctic) due to gas field exploitation. / Advances in GeoEcology. 1998. Vol.31. Pp. 805-811.

S u m m a r y. Calculations of the gully potential for one of the dry valley watersheds in the territory of the development of the Novoportovskoye oil and gas condensate field on the Yamal Peninsula were carried out. They showed that the gully potential of this catchment has already been largely developed, and anti-erosion measures can be reduced to a local improvement in the quality of the ground cover in selected areas with a high potential for gully erosion.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РАЙОНОВ КРАЙНЕГО СЕВЕРА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

В.Л. Ушакова
ТИГ ДВО РАН, г. Владивосток, ushakova@tigdvo.ru

CURRENT TRENDS OF DEMOGRAPHIC DEVELOPMENT OF THE NORTH OF THE FAR EAST

V.L. Ushakova
Pacific Geographical Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok

Аннотация. Основной причиной сокращения численности населения остается миграция. Характер воспроизводственных процессов населения отличается сохранением положительной динамики естественного прироста, который частично компенсирует миграционный отток. Отмечаются положительные тенденции роста рождаемости. На Крайнем Севере выше доля мужчин и лиц трудоспособного возраста, ниже удельный вес лиц пенсионного возраста. Показатели ожидаемой продолжительности жизни ниже среднероссийского уровня. Решению демографических проблем будет способствовать тесная взаимосвязь федеральной и региональной миграционной политики с политикой в области занятости населения и социально-экономического развития районов Крайнего Севера.
Ключевые слова: население, демографические процессы, Крайний Север Дальнего Востока.

Введение

Районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности – территории с экстремальными природно-климатическими условиями, крайне низкой плотностью населения, труднодоступной и слаборазвитой транспортной системой, высокой стоимостью жизни. Доля численности населения зоны Крайнего Севера в общей численности населения Дальнего Востока – 43,4%. В пределах рассматриваемой территории находятся основные ареалы компактного проживания коренных малочисленных народов Севера – чукчей, коряков, эскимосов и др., но они нигде не являются доминирующим этносом. К числу острых демографических проблем районов Крайнего Севера следует отнести снижение уровня младенческой смертности, высокий уровень внебрачной рождаемости, сокращение уровня смертности, прежде всего мужчин в трудоспособном возрасте от сердечно-сосудистой патологии и внешних причин, что непосредственно влияет на ожидаемую продолжительность жизни населения. Важным условием дальнейшего социально-экономического развития дальневосточных районов Крайнего Севера должен быть учет особенностей протекания современных региональных демографических процессов и перспективы их развития.

Регион исследований, объекты и методы

Современные тенденции демографического развития рассмотрены в районах Крайнего Севера российского Дальнего Востока за период 2011-2017 гг. Объект исследования – районы Крайнего Севера российского Дальнего Востока. Предмет исследования – демографические процессы в районах Крайнего Севера, устойчивые тенденции и их территориальные различия. Цель статьи – выявить различия демографических процессов в районах Крайнего Севера, специфику факторов, влияющих на формирование демографического развития,

что позволяет, с одной стороны, уточнить содержание Концепции региональной демографической политики, а с другой – учитывать в региональных проектах социально-демографическое развитие, более точно выстраивая приоритеты.

Информационная база исследования – официальные статистические данные Федеральной службы государственной статистики.

Обсуждение результатов

Основной тенденцией демографического развития в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях является устойчивое сокращение численности населения. С 2011 по 2017 гг. численность населения дальневосточных районов сократилась на 88,4 тыс. человек, или на 3,2%. Самые большие потери населения понесли Хабаровский край – 48,4 тыс. человек, Магаданская область – 12,4 тыс. человек. Увеличение населения на 6,2 тыс. человек произошло только в Республике Саха (Якутия) за счет превышения естественного прироста над миграционным оттоком населения.

Для этой территории на протяжении многих десятилетий характерной чертой формирования численности населения было преобладающее влияние миграционного прироста. Миграция и сейчас остается основной причиной сокращения численности, но влияние данного фактора заметно уменьшилось. На протяжении рассматриваемого периода в результате миграционного оттока потери населения дальневосточных районов Крайнего Севера составили более 130 тыс. человек, превысив естественный прирост в 2,9 раза [4]. В настоящее время продолжается отток с дальневосточного севера квалифицированных кадров и молодежи (более 70% выехавших из районов Крайнего Севера – люди трудоспособного возраста, в том числе 35% молодежь в возрасте до 29 лет). Главными факторами миграционного оттока являются напряженность на рынке труда, неразвитость социальной инфраструктуры. При этом экономические мотивы миграций преобладают.

Население северных территорий отличается специфической возрастно-половой структурой. На Крайнем Севере выше доля мужчин. Если на 1000 мужчин в целом по РФ приходится 1157 женщин, то во всех северных субъектах их количество значительно меньше – от 963 в Чукотском автономном округе до 1114 в Амурской области. В северных субъектах проживает молодое население: здесь выше, чем по России (56,7%) и по ДФО (59,1%) доля лиц трудоспособного возраста и ниже удельный вес лиц пенсионного возраста. Выше всего доля лиц трудоспособного возраста в населении Чукотского автономного округа (67,3%), Камчатского края и Магаданской области (64,8%). Наоборот, доля лиц, вышедших за пределы трудоспособного возраста, в ряде северных субъектов ниже, чем по России и по ДФО.

Средний возраст населения ниже, чем по России (39,7 лет, 2017 г.). Так, в Республике Саха (Якутия) он составляет 34,1 года, в Чукотском автономном округе – 34,9 года, в Камчатском крае – 37,9 года [1]. Молодое население предъявляет иные требования к развитию отраслей социальной инфраструктуры и другим сферам жизнедеятельности.

Характер воспроизводственных процессов населения отличается сохранением положительной динамики естественного прироста (в Республике Саха, Камчатском крае, Чукотском автономном округе), который частично компенсирует миграционный отток не только в своих субъектах, но и в целом по территории дальневосточного Крайнего Севера. Сохранение естественного прироста связано с молодой возрастной структурой населения, обусловленной не только миграционными процессами, но и сохранением традиционной модели демографического поведения коренных народов, населяющих эти территории. Например, по данным Всероссийской переписи населения 2010 г., 53,6% эвенов и 42,4% эвенков проживали в северных районах Республики Саха (Якутия), где режим естественного воспроизводства относится к расширенному типу и выше среднереспубликанского уровня (Оленекский, Момский, Жиганский районы).

Во всех районах отмечается положительная тенденция роста рождаемости. Это касается увеличения как числа родившихся, так и коэффициентов рождаемости, которые не превышают среднероссийский уровень.

По уровню суммарного коэффициента рождаемости (число детей, приходящихся на 1 женщину в возрасте 15-49 лет) дальневосточные районы отличаются показателями выше средних по России (1,762). Так, в Республике Саха этот показатель достиг уровня 2,090, в Чукотском автономном округе – 2,112, в Сахалинской области – 2,156. Это происходит за счет сельского коренного населения. Лишь в Магаданской области показатель суммарного коэффициента ниже среднего по стране [1].

Неблагоприятные тенденции наблюдаются в смертности населения. Ее общий уровень в отдельных территориях превышает среднероссийский показатель (13,1‰). Это Приморский и Хабаровский края, где коэффициент смертности равен соответственно 17,0 и 14,5‰. Самый низкий коэффициент смертности отмечается в Республике Саха (Якутия) – 8,1‰ и в Чукотском автономном округе – 9,4‰. Показатели смертности населения рассматриваемых территорий отличаются от среднероссийских и дальневосточных более высоким уровнем смертности от внешних причин и смертностью населения в трудоспособном возрасте.

Особое место среди повозрастных показателей смертности занимает коэффициент младенческой смертности, который характеризует как уровень и качество жизни населения, так и, прежде всего, качество и доступность медицинской помощи женщинам и детям. Как и по России в целом, произошло снижение младенческой смертности почти во всех дальневосточных северных территориях, но лишь в трех из них (Сахалинская и Магаданская области, Приморский край) были достигнуты показатели меньшие, чем среднероссийский – 7,4. Разброс коэффициентов достаточно велик: от 6,0 в Магаданской области и Приморском крае до 23,4 в Чукотском автономном округе (в округе с 2012 г. отмечается рост этого показателя, значение которого соответствует 2000 г.). Высокий уровень смертности на этих территориях зависит, в первую очередь, от качества и своевременности оказания лечебно-профилактической помощи детям, а также от уровня здоровья матерей, в том числе репродуктив-

ного. Поэтому задача укрепления здоровья женского населения актуальна с точки зрения снижения уровня младенческой смертности.

Значительный уровень внебрачной рождаемости, коррелирующий с высокими значениями коэффициента младенческой смертности, характерен для Чукотского автономного округа (по этому показателю округ занимает первое место среди дальневосточных субъектов – 40,2% от общего числа родившихся, 2017 г.), Камчатского края, Магаданской и Сахалинской областей, свидетельствующий о неблагополучии в области семейно-брачных отношений.

Важным обобщенным показателем уровня смертности выступает ожидаемая продолжительность жизни при рождении. Природно-климатические условия Севера и Арктики отражаются на здоровье населения и на продолжительности жизни. Для большинства субъектов РФ, отнесенных к районам Крайнего Севера и приравненным к ним местностям, характерны показатели ожидаемой продолжительности жизни при рождении ниже дальневосточных (72,70, 2017 г.): Республика Саха (Якутия) – 71,68 лет, Магаданская область – 69,37 лет, Чукотский автономный округ – 66,10 года (это самая низкая ожидаемая продолжительность жизни в Российской Федерации) и высокие показатели смертности от внешних причин и социальных болезней [1]. По сравнению с 1990 г. продолжительность жизни на Чукотке сократилась на 1,9 года. Поэтому предусмотренная в Указе Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 задача повышения ожидаемой продолжительности жизни до 75 лет (к 2030 г. – до 80 лет) для северных, особенно арктических субъектов трудно достижима [3]. Это обусловлено тем, что практически на Севере снижено качество здоровья населения, так как на семь-десять лет раньше происходит истощение резервных потенций физиологических функций (в особенности репродуктивных способностей), то есть наступает преждевременная старость) [2].

На рассматриваемой территории отмечается высокий уровень заболеваемости населения, ограниченность доступа к медицинской помощи для жителей удаленных от центров поселений, неблагоприятные условия жизни коренных малочисленных народов.

Выводы

Таким образом, к числу региональных факторов воспроизводства населения можно отнести сохранение положительной динамики естественного прироста населения в Республике Саха, Камчатском крае, Сахалинской области (с 2014 г.), Чукотском автономном округе, определяемой относительно высоким уровнем рождаемости, снижением смертности. Миграция остается фактором сокращения численности и трансформации демографической структуры населения.

Решение демографических проблем требует комплексного подхода, проведения федеральной и региональной демографической политики, направленной на сохранение и увеличение численности населения, включая рост рождаемости, снижение заболеваемости и смертности, привлечение и закрепление трудовых ресурсов в районах Крайнего Севера. Но если для территорий с экс-

тремальными природно-климатическими условиями, для которых должен преобладать вахтовый метод организации производства, меры демографической политики будут отражать специфику этих условий, то для относительно благоприятных территорий в качестве доминанты должен стать абсолютный рост постоянного населения.

Благодарности

Статья подготовлена при поддержке гранта РФФИ «Пространственная дифференциация уровней и форм адаптации групп населения к изменению природных, социально-экономических и экологических условий в районах Восточной Арктики» (18-05-6010306/18).

Литература

[1] Регионы России. Социально-экономические показатели. 2017: Стат. сб. / Росстат. М., 2017. 1402 с.

[2] Север России: актуальные проблемы развития и государственный подход к их решению. УРО РАН. Научный Совет РАН по вопросам регионального развития. Москва – Сыктывкар. 2004. 172 с.

[3] Указ Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». URL: http://Kremlin.acts/bank/38377.

[4] Экономические социальные показатели районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей в 2000-2017 гг. (Выпуск 2018). Стат. бюлл. [Электронный ресурс] //www.gks.ru/bgd/regl/b18_22/Main.htm (дата обращения 05.02. 2019).

S u m m a r y. The main reason for the decline in population remains migration. The character of the reproductive processes of the population is characterized by the preservation of the positive dynamics of natural growth, which partially compensates the migration outflow. There are the positive trends in the growth of the birth rate. In the Far North, the proportion of men and the persons of working age is higher, and the proportion of persons of the retirement age is lower. Life expectancy is below the national average. The close relationship between the federal and regional migration policies and those of in the sphere of population employment and socio-economic development in the Far North will contribute to the solution of demographic problems.

ИССЛЕДОВАНИЯ МЕРОМИКТИЧЕСКИХ ОЗЁР РОССИИ

STUDIES OF MEROMICTIC LAKES OF RUSSIA

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГИДРОЛОГИИ МЕРОМИКТИЧЕСКОГО ОЗЕРА МОГИЛЬНОЕ (О. КИЛЬДИН, БАРЕНЦЕВО МОРЕ)

А.Н. Василенко*, В.А. Ефимов, А.А. Сазонов, Н.Л. Фролова

*МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, *saiiiia24@mail.ru*

NEW HYDROLOGICAL DATA ON MEROMICTIC LAKE MOGILNOE (KILDIN IS., BARETS SEA)

A.N. Vasilenko, V.A. Efimov, A.A. Sazonov, N.L. Frolova

M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow

Аннотация. Меромиктические озёра побережья Кольского полуострова – уникальные «многослойные» водные объекты, имеющие свой специфический гидрологический и гидрохимический режим. Озеро Могильное, расположенное на острове Кильдин, обладает реликтовой экосистемой, которая постепенно деградирует, вследствие осолонения поверхностных слоёв и медленного поднятия сероводородного слоя, наблюдаемого в течение XX века. Данная работа посвящена исследованию современного гидролого-гидрохимического состояния озера и выявлению основных причин изменения его меромиктической структуры.

Ключевые слова: меромиктическое озеро, о. Кильдин, Баренцево море, Арктика, гидрологическая структура, химический состав воды, водный сток.

Введение

Начало исследованиям озера Могильного было положено в 1887 г. экспедицией С.М. Герценштейна. В ходе гидрохимического анализа было показано существование в озере 2 различных водных масс – пресной и соленой. В последующие несколько десятилетий рядом экспедиций была изучена гидрологическая структура озера, подробно описанная К.М. Дерюгиным в 1925 г. [1]. Характерной особенностью озера Могильного является сохранение подобного разделения водных масс, несмотря на значительный для меромиктического водоема возраст – отделение от моря произошло в середине субатлантического периода голоцена [3], порядка 800-1000 лет назад. Для ранее изученных нами меромиктических и отделяющихся от моря озер северо-западного побережья Белого моря среднее время эволюции морского залива через стадию меромиктического озера в пресноводный водоем составляет лишь первые сотни лет [7]. До 2018 г. озеро несколько раз обследовалось в ходе ряда гидробиологических экспедиций Мурманского морского биологического института (ММБИ КНЦ РАН) и Полярного научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (ПИНРО). По итогам этих работ было издано 2 монографии [5, 6]. В ходе полевых работ разных лет был установлен факт направленного увеличения объема зараженного сероводородом горизонта и, соответственно, повышение его уровня от глубины в 13 м в 1925 г. до 11 м в начале XXI в. В ходе экспедиций, проведенных в последние десятилетия, был

также установлен факт интенсивного осолонения ранее пресного поверхностного слоя озера [9]. Таким образом, в озере происходят направленные процессы трансформации водных масс, которые могут в обозримом будущем привести к разрушению меромиксии. В этом случае произойдет полное перемешивание озера – смешение всех водных масс и распространение сероводорода по всей глубине, что неминуемо приведет к гибели уникальной реликтовой экосистемы данного водоема. До сегодняшнего дня не ясно, является это последствием климатических изменений или частью естественной эволюции водоема. Для изучения причин трансформации водных масс в 2018 г. было проведено 3 экспедиции на остров Кильдин, в ходе которых озеро Могильное было подробно обследовано в гидрологическом отношении. Были получены новейшие данные о гидрологическом состоянии водоема в летний и осенний периоды. Необходимо отметить, что подробных гидрологических исследований озера с 1920-х гг. не проводилось.

Объект и методы

Озеро Могильное – реликтовый прибрежный водоем, расположенный в юго-восточной части острова Кильдин в Баренцевом море (69°19′11″N, 34°20′55″E). Озеро образовалось в результате отчленения залива от моря каменной перемычкой высотой до 4 м над уровнем полной воды около 1000 лет назад. Площадь озера менее 1 га, максимальная глубина в юго-восточной части – 16 м. Оно имеет регулярный водообмен с морем через перемычку, сохраняя, при этом меромиктические условия, что характерно и для схожих водоемов беломорского побережья [2]. Исследуемое озеро имеет характерную котловину со значительными по площади отмелями в северной части и одним глубоким плесом в южной части.

Полевые работы проводились в летний (июль и август) и осенний (октябрь) периоды. Промерные работы были выполнены эхолотом Garmin Striker Plus 5cv, гидрологические съемки (температура воды, °C; соленость воды, ppt) выполнялись кондуктометром YSI Pro30, распределение растворенного в воде кислорода по глубине определялось с использованием оксиметра YSI Pro ODO. Также производился отбор проб воды с различных горизонтов для проведения гидрохимических анализов.

Метеорологические данные по станции Териберка, примерно в 30 км от озера, получены из открытых источников (rp5.ru). Для оценки возможного воздействия изменений климата на трансформацию водных масс озера Могильного были оценены изменения показателей климатических ресурсов (ПКР): годовых сумм отрицательных (СОТ) и положительных температур воздуха (СПТ) (°C) и годовых сумм жидких (СЖО) и твердых осадков (СТО) (мм) за период с 1896 по 2017 гг. и за период с 1991 по 2017 гг. в сравнении с «исторической» нормой климата 1961-1990 гг. Наличие трендов в рядах проверялось с помощью непараметрического критерия ранговой корреляции Спирмена. Однородность рядов данных с 1961 по 2017 г. проверялась с использованием непараметрического критерия Манна-Уитни.

Для понимания причин растущего осолонения поверхностного слоя в данный год были проанализированы ряды метеорологических наблюдений за 2018 г. Устойчивый переход температуры воздуха через 0°С, определенный по общепринятой методике Д.А. Педя [4] произошел 24.04.2018 г. Обратного перехода в период исследований не произошло.

Обсуждение результатов

Анализ ПКР показал, что, начиная с 1896 г., в районе о. Кильдин существует значимый тренд увеличения СПТ и СЖО и уменьшения СОТ. С 1961 г. значимы тренды увеличения СПТ и уменьшения СОТ и СТО. С 1991 г. значим тренд увеличения СПТ. При этом, ряды ПКР с 1961 по 2017 гг. неоднородны относительно 1990 г. За последние 30 лет в сравнении с периодом 1961-1990 гг. ПКР изменились (при сравнении средних за указанные периоды) следующим образом: СПТ – возросла на 172 С, СОТ – уменьшилась на 117 С, СЖО – возросла на 41 мм, СТО – уменьшилась на 35 мм.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о том, что в условиях климатических изменений на водосборе озера увеличивается температура воздуха и несколько возрастает количество летних осадков при некотором уменьшении количества зимних. Таким образом, при снеготаянии в озеро поступает несколько меньше пресных вод, что, однако, может компенсироваться жидкими осадками в теплый период года. Тем не менее, летние температуры воздуха растут более интенсивно, по сравнению с количеством атмосферных осадков, что способствует преимущественному росту испарения пресных (опресненных) поверхностных вод озера.

Гипотеза об увеличении солености поверхностного слоя в силу штормовых забросов соленых вод, как это происходит на Беломорских прибрежных водоемах [2] в условиях острова Кильдин оказалась несостоятельной по нескольким причинам. Во-первых, высота перемычки даже во время прилива в большинстве случаев выше, чем расчетные экстремальные высоты волн. Во-вторых, за период с 1979 г. на волны южных румбов, потенциально забрасывающих воду в озеро, приходится менее 2% случаев за год, и ни одного случая экстремальных рассчитанных волн.

Гидрологические съемки, проведенные 27 июля, 21 августа и 22 октября показали, что в озере можно выделить (по распределению солености и температуры воды, а также содержания растворенного кислорода) 3 первичные водные массы: солоноватую поверхностную на глубинах 1-2 м, миксолимнион на глубинах 2-6 м, хемоклин со значительными градиентами всех характеристик на глубине 5-6 м и монимолимнион от глубины 6-7 м.

За период исследований соленость поверхностного слоя от июля к октябрю возрастала от 5,5 ppt до 6,9 ppt и далее до 7,9 ppt. Температура воды понижалась от 20°С до 12°С и далее до 3-4°С. Распределение гидрологических характеристик по глубине было характерно для меромиктических озер.

Гидрохимическое характеристики вод и содержание биогенных элементов в озере соответствует исследованным нами меромиктическим озёрам побережья Белого моря. pH воды в миксолимнионе составляет 8,2-8,6. Снижение pH

в осенний период связано с уменьшением интенсивности жизнедеятельности организмов. Это подтверждается и содержанием растворённого в воде кислорода, который в начале лета имеет чётко выраженный пик на глубине 5-5,5 м, а в осенний период имеет практически одинаковые концентрации по всей толще миксолимниона. Пик прогрева воды и развития планктона показывает экстремально тёплые летние условия. Красноватый слой озера, характеризующий присутствие живых организмов, летом имеет значительно более интенсивную окраску, чем в осенний период. Также причиной отсутствия пика концентрации кислорода выше хемоклина может служить осенняя гомотермия в миксолимнионе (до 3 м) и влияние ветрового перемешивания. В нижележащих слоях изменения гидрохимических характеристик не прослеживаются.

Содержание биогенных элементов в озере Могильное соответствует структуре беломорских меромиктических озёр. В наиболее глубокой части озера (16 м) поверхностные слои в летний период содержат 2-9 мкг валового фосфора. Концентрация $P\text{-}PO_4$ возрастает с глубиной, достигая 32% на верхней границе хемоклина. Ниже хемоклина (8,3 м) из-за отсутствия потребления происходит накопление фосфора: практически весь фосфор представлен минеральной формой (91-100%), а концентрации составляют 600-950 мкг/л. Данные показатели ниже, чем в исследованных озёрах побережья Белого моря, находящихся на поздней стадии отделения от моря (оз. Трёхцветное) [8], где в придонных слоях концентрации фосфора составляют 1,4-7 мг/л. Содержание кремния в миксолимнионе 0,7-0,8 мг/л; в монимолимнионе 5-8,5 мг/л.

С 24 апреля до 26 июля СПТ составила 845°С, СЖО – 112 мм. За период между первой и второй экспедициями: СПТ – 356 С, СЖО – 65 мм. За время между второй и третьей экспедицией: СПТ – 485 С, СЖО – 93 мм. Как видно из этих данных, атмосферных осадков недостаточно для распреснения поверхностной водной массы, при том, что испарение, по всей видимости, достаточно велико. Стоит также сказать, что лето 2018 г. было экстремально теплым в изучаемом районе.

Выводы

Озеро Могильное – один из уникальных меромиктических водоёмов Кольского полуострова, где экосистема приспособилась к получению энергии с помощью анкосигенного фотосинтеза и хемосинтеза. Изучение этого озера: подробные гидрологические съёмки, гидрохимические и гидробиологические исследования экспедиций 2018 г. позволили оценить его современное состояние, выявить осолонение миксолимниона и поднятие сероводородного слоя, а анализ изменения метеокомпонентов – предположить причины наблюдаемых изменений. Недостаточное поступление атмосферных осадков и активное испарение выделены как основные причины деградации миксолимниона. Также, в результате экспедиции был подробно обследован водосбор озера и отмечено наличие дамбы, которая перегораживает русла нескольких ручьёв, прежде питавших озера, что также может являться причиной уменьшения пресного стока с водосбора. Озеро Могильное – уникальный природный памятник и его исследования будут продолжены в 2019 г.

Благодарности

Полевые и камеральные работы выполнены при поддержке проектов РФФИ №18-05-60021-Арктика, №19-05-00377 и проекта РГО № 13/2018-Р.

Литература

[1] *Дерюгин К.М.* Реликтовое озеро Могильное (остров Кильдин, Баренцево море). Л.: Наука, 1925, 111 с.

[2] *Краснова Е. Д., Демиденко Н. А., Пантюлин А. Н. и др*. Термический и ледовый режим реликтовых водоемов, отделяющихся от Белого моря. / Динамика и термика рек, водохранилищ и прибрежной зоны морей. VIII Международная научно-практическая конференция (Москва, РУДН, 24-27 ноября 2014 г.). Т. 1. Москва, 2014, с. 430-443.

[3] *Митяев М.В., Корсун С.А.* Геолого-геоморфологическое и неотектоническое строение восточной части острова Кильдин. / Геоморфология, №1, 2010, с. 77-86.

[4] *Педь Д.А.* Об определении дат устойчивого перехода температуры воздуха через определенные значения. Метеорология и гидрология, 1951, № 10. С. 38-39.

[5] Реликтовое озеро Могильное. Л.: Наука, 1975, 250 с.

[6] Реликтовое озеро Могильное. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2002, 163 с.

[7] *Субетто Д.А., Шевченко В.П., Лудикова А.В, Кузнецов Д.Д., Сапелко Т.В., Лисицын А.П., Ван-Биек П., Суот М., Субетто Г.Д.* Хронология изоляции озер Соловецкого архипелага и скорости современного озерного осадконакопления. / Доклады Академии наук. Серия Геологическая. М.: Наука, 2012, т. 446 (2), с. 183-190.

[8] *Krasnova E., Matorin D., Belevich T.* The characteristic pattern of multiple colored layers in coastal stratified lakes in the process of separation from the White Sea. / Chinese Journal of Oceanology and Limnology. 2018. No 6. Pp. 1-16.

[9] *Strelkov P, Shunatova N, Fokin M, Usov N, Fedyuk M and Malavenda S* Marine Lake Mogilnoe (Kildin Island, the Barents Sea): one hundred years of solitude. / Polar Biology, 2014. Vol. 37. Pp. 297-310.

S u m m a r y. Lake Mogilnoe is a unique hydrological object. Its meromictic structure creates conditions for formation of ecosystems, which are based on chemosynthesis. Hydrobionts inhabit in mixolimnion, which is gradually affected by increase of salinity. Also, during the 20th century, there is an upraise of the hydrogen sulfide layer. Our study is devoted to definition of modern hydrological and hydrochemical state of the lake, as well as to the identification of changes in its structure. The paper explores hydrological, hydrochemical and meteorological factors that affect the lake and its catchment area.

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МЕРОМИКТИЧЕСКИХ ОЗЕР

Е.А. Вахрамеева
ФИЦКИА РАН, г. Архангельск, vakhr-elena@yandex.ru

THE GRANULOMETRIC COMPOSITION OF THE BOTTOM SEDIMENTS OF THE MEROMICTIC LAKES

E.A. Vakhrameeva
N. Laverov Federal Center of Integrated Arctic Research

Аннотация. Гранулометрический состав, характеризующий степень дисперсности озерных донных отложений, является их важной характеристикой. Накопление иловых осадков в озерах сопровождается процессами перераспределения и трансформации органического вещества (ОВ), минерализации.
Ключевые слова: гранулометрический состав, донные отложения, меромиктические озера, автохтонное и аллохтонное органическое вещество.

Введение

Донные отложения озер – один из важных компонентов озерной экосистемы, являющийся носителем наиболее полной информации о развитии водоемов и происходящих в них продукционно-биологических и физико-химических процессах. Лабораторные исследования вещественного состава донных осадков в целом включают: определение гранулометрического, минерального и химического составов.

Гранулометрический состав донных отложений озер представлен в основном илами, отложенными на этапе седиментации и претерпевшими лишь самые ранние диагенетические изменения. Илы занимают первое место в ряду преобразования глинистых осадков в глины.

Так как для анализа донных отложений озер, содержание алевритовых и пелитовых фракций в которых достаточно велико, целесообразно использовать пипеточный метод [1].

Суть гранулометрического анализа заключается в разделении частиц осадков на фракции посредством рассеивания на сите (ситовой анализ) или в определении содержания мелких фракций в водной суспензии (пипеточный анализ) [3].

Типизация осадка по гранулометрическому составу производится по преобладающей фракции, т.е. содержание которой в пробе более 50%. Поскольку гранулометрический состав осадка всегда неоднороден, то используются более детализированные схемы, т.е. в том случае, когда наряду с преобладающей фракцией содержится еще одна фракция в количестве более 25% [4].

Область, объекты и методы исследования

С целью исследования современного состояния донных отложений меромиктических озер побережья Кандалакшского залива Белого моря (оз. Трехцветное и оз. Кисло-Сладкое), были отобраны колонки донных отложений (0-45 см) в зимнюю межень 2013 г. По происхождению малые озера Кисло-

Сладкое (полупресная лагуна) и Трехцветное представляют собой участки морских акваторий, отделяющихся в результате поднятия дна и берегов залива [2].

Пробы донных осадков отбирали с помощью ударной прямоточной грунтовой трубки (Aquatic Research Instruments: http://www.aquaticresearh.com) с внутренним диаметром 50 мм, длиной 60 см, дискретность отбора проб 5 см. Отобранные пробы помещали в полиэтиленовые пакеты, из которых для предотвращения окисления проб максимально отжимался воздух.

Гранулометрический состав донных отложений озер определяли в соответствии с методикой [3]. Расчет содержания фракций проводили на абсолютно-сухую навеску образца. Относительная погрешность измерения для всех гранулометрических фракций составляет от 19 до 29%

Верхние слои донных отложений озер увлажнены. Влажность осадков озера Трехцветного по мере перехода к их нижним горизонтам снижается с 88,8 до 43,5%. Влажность донных отложений озера Кисло-Сладкого изменяется в меньшем диапазоне от 83,6 до 61,3%.

Осадки обоих озер представлены алевро-пелитовыми илами, переходящими в алевро-песок. Как показано на рисунке 1 (а), гранулометрический состав донных отложений озера Трёхцветного разнообразен. Поверхностные осадки (0-5 см) представлены пелитовыми илами (пелитовая фракция 91,1%), а нижележащие – алевро-пелитом, переходящим в алевро-песок на нижнем горизонте. Донные отложения озера Кисло-Сладкого несколько отличаются по фракционному составу от отложений озера Трехцветного – его поверхностные осадки являются алевро-пелитом, а нижележащие пелито-алевритом и песчано-пелитовым алевритом в нижнем слое. Выявленные отличия гранулометрического состава отложений, вероятно, отражают особенности формирования этих водоемов, находящихся на разных стадиях отделения от моря.

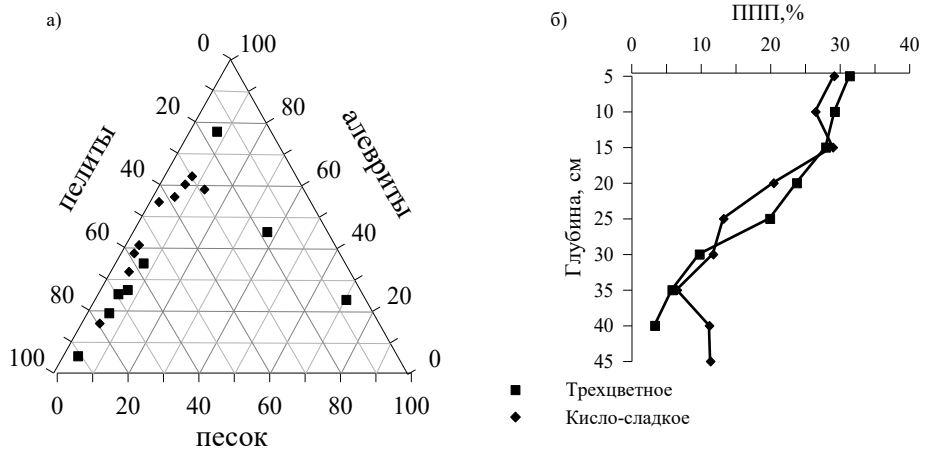


Рис. 1. Трехкомпонентная диаграмма гранулометрического состава (а) и ППП (б) в донных отложениях озер.

Данные о содержании той или иной гранулометрической фракции дают представление о генезисе, физико-механических и химических свойствах, геохимических особенностях и минеральном составе отложений. Соотношение минеральной и органической составляющих выделенных фракций можно оце-

нить по содержанию потерь при прокаливании (ППП) в отобранных пробах [6]. Содержание ППП, определенное по горизонтам отложений в исследованных озерах, изменяется в разной степени. Так в озере Трехцветном по мере углубления в осадок наблюдается снижение ППП в 10 раз, а в Кисло-Сладком только в 6 раз с чередованием слоев (рисунок 1б). Эти различия подтверждаются содержанием органического углерода ($C_{орг}$). Выявлена корреляционная зависимость между ППП и $C_{орг}$ со значимым коэффициентом корреляции $r_{0,95}$= 0,99 (n=8) в озере Трехцветном, в то время как в озере Кисло-Сладком зависимость несколько ниже $r_{0,95}$= 0,79 (n=9).

Для получения более полной характеристики гранулометрических фракций, в каждой из них также определяли ППП (рис. 2).

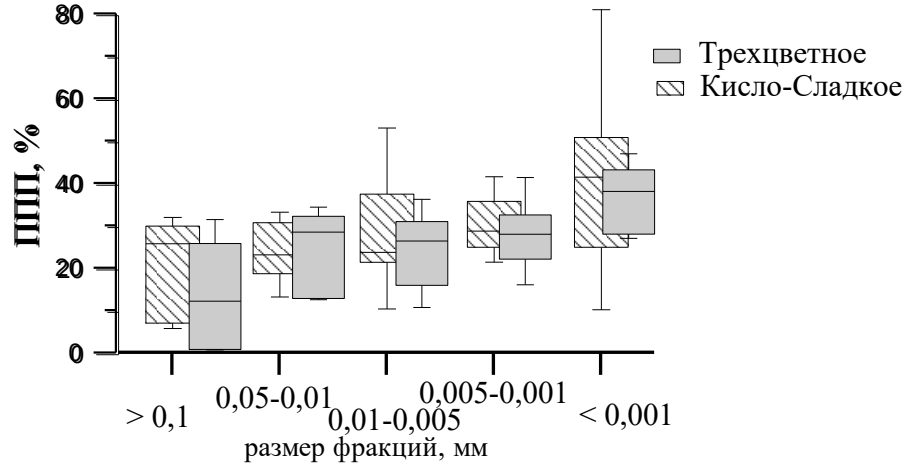


Рис. 2. Распределение ППП в гранулометрических фракциях донных отложений озер Трехцветного и Кисло-Сладкого.

Высокие значения ППП для мелких гранулометрических фракций свидетельствуют о значительном вкладе органического материала в формирование донных отложений обоих озер и связаны с влиянием двух основных факторов: 1) высокой продуктивностью органического материала в самом водоеме; 2) восстановительными условиями в донных отложениях, которые препятствуют разложению органического материала. Особенно это видно по гранулометрическому составу донных отложений озера Кисло-Сладкого. Здесь наблюдаются разброс более высоких значений ППП по всей колонке, особенно в слоях с 10 до 20 см. Диапазон измерений содержания ППП в выделенных фракциях от > 0,1 до < 0,001 мм в этих слоях составляет от 29,0 до 81,4%, соответственно. В этих же слоях донных отложений наблюдаются высокие значения $C_{орг,}$ составляющие 12,43 и 12,46%, соответственно. В озере Трехцветном такого разброса ППП не наблюдается. По всей колонке донных отложений отмечается низкое содержание ППП в крупной фракции (> 0,1 мм), более высокое ППП в самой мелкой (< 0,001мм) составляет 47,1% в поверхностном слое (рис. 2).

Высокое содержание органического углерода до 13,7% в верхних горизонтах донных отложений озер обусловлено интенсивным поступлением на дно ОВ (диатомовых водорослей, бактерий, водной растительности). В нижележащих слоях содержание органического углерода уменьшается до 0,62% в Трех-

цветном озере, а в Кисло-Сладком озере на глубине 45 см $C_{орг}$ снизилось только до 4,40%. Содержание $C_{орг}$ резко изменяется при смене гранулометрического типа осадка в озере Трехцветном с пелита до алевро-песка. Отсутствие приливных колебаний в этом озере позволяет обеспечить условия для аккумуляции и минерализации образующегося там ОВ.

Диапазон измерений содержания органического азота в этих озерах составляет от 1,77% до следовых количеств.

Соотношение $C_{орг}$/ $N_{орг}$ в донных отложениях водоемов отражает удельный вес органического вещества аллохтонного и автохтонного происхождения. Органическое вещество является автохтонным, если соотношение $C_{орг}/N_{орг}$ ниже 12 [5].

Рассматривая величины соотношения $C_{орг}$/ $N_{орг}$ отобранных колонок донных отложений, можно отметить узкий (от 5 до 14) диапазон измерений этого отношения в слоях донных отложений обоих озер. Наиболее характерны для нижних слоев отложений – величина $C_{орг}$/ $N_{орг}$ 14. Величины соотношения $C_{орг}$/ $N_{орг}$ показывают в верхних слоях озер роль автохтонного материала в формировании органического вещества. В нижних слоях колонок доминирует процесс минерализации.

Полученные данные позволили оценить специфику осадконакопления озер, интенсивность автохтонных процессов. Начало интенсивного накопления органического вещества совпадает с полной изоляцией озер от моря.

Литература

[1] *Вахрамеева Е.А., Кокрятская Н.М.* Гранулометрический состав донных отложений озер. / Тез. докл. Международной конференции «Пресноводные экосистемы – современные вызовы». Иркутск. 10-14 сентября 2018 г. С. 354.

[2] *Краснова Е.Д., Пантюлин А.Н., Белевич Т.А., Воронов Д.А., Демиденко Н.А., Житина Л.С., Ильяш Л.В., Кокрятская Н.М., Лунина О.Н., Мардашова М.В., Прудковский А.А., Саввичев А.С., Филиппов А.С., Шевченко В.П.* Комплексные исследования отделяющихся водоемов на разных стадиях изоляции от Белого моря в марте 2012 г. / Океанология, 2013, Т. 53. № 5. С. 714-717

[3] МИ № 88-16365-010-2017 «Донные отложения водоемов. Определение гранулометрического состава ситовым и пипеточным методами» Введена 26.12.2017. Архангельск, 2017. 12 с.

[4] *Субетто Д.А.* Донные отложения озер: Палеолимнологические реконструкции: Научная монография. СПб: РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. 339 с.

[5] *Хатчинсон Д.* Лимнология. Географические, физические и химический характеристики озер. М.: Изд-во «Прогресс», 1969. 591 с.

[6] *Heiri O., Lotter A., Lemeke G.* Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibilility and comparability of results, Journal of Paleolimnology, 2001. V. 25. P. 101-110.

S u m m a r y. The granulometric composition characterizing the degree of dispersion of lake bottom sediments is their important characteristic. The accumulation of silt sediments in the lakes is accompanied by the redistribution and transformation of organic matter (OM), mineralization.

KARST MEROMICTIC LAKES OF THE FOREST ZONE OF THE MIDDLE VOLGA BASIN

M.Yu. Gorbunov, M.V. Umanskaya
Institute of ecology of Volga Basin, Togliatti, Russia

КАРСТОВЫЕ МЕРОМИКТИЧЕСКИЕ ОЗЕРА ЛЕСНОЙ ЗОНЫ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

М.Ю. Горбунов, М.В. Уманская
Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

Аннотация. Приводится информация об известных и вновь обнаруженных меромиктических озерах Среднего Поволжья. В регионе имеются меромиктические водоемы как с эвксинным, так и с ферругинозным монимолимнионом. Ряд потенциально меромиктических озер пока остается неисследованным.
Ключевые слова: Среднее Поволжье, карстовые озера, меромиксис, химический состав воды, аноксия.

Introduction

Meromixis is regarded as a rare phenomenon in freshwater lakes; nevertheless many freshwater meromictic lakes are known at all continents. In the first summary of meromictic water bodies [11], four lakes of the Middle Volga region (Black and Big Kichier, Kononjer and Kuznechikha) were mentioned among the >110 listed lakes. All of them are located in the Republic of Mari El; even now, no such lakes are known from the Tatarstan or the Chuvashia Republics. The issues of stratification and mixing were not discussed in the first summary of the limnological characteristics of the lakes of the Middle Volga region [8], published in 1975. After a lengthy pause, limnological studies in the region were resumed in the mid-1990s by hydrogeologists of the Kazan University [1, 7, etc.]. Our group has been involved in these studies since the early 2000s with emphasis on lake stratification and anoxia. In this work we present some results of our studies of meromictic lakes in the Republic of Mari El.

Methods

Methods of hydrochemical and microbiological studies and basic calculations used are given in the previously published works [2, 9, 10].

Results and discussion

To confirm the long-term absence of complete mixing of the water mass in the water body, year-round observations are required. However, our studies of lakes cover only the summer period, because the lakes of this zone are hard to access during the spring and autumn homothermic periods, as well as in winter. Therefore, criteria are needed to judge the presence or absence of meromictic regime in water bodies according to studies conducted during the summer stratification. As these, one can utilize the meromictic stability calculations. In particular, the previously proposed formula [2] based on Wedderburn number, allows to estimate the wind speed required for mixing the lake to the bottom or to the depth of the halocline under given mineralization difference and lake geometry. Additional indirect indicators of the long-term existence of the stagnant bottom water masses are the stability of the vertical mineral-

ization (or conductivity) profile, and also high concentration of reduced inorganic compounds (sulfides in euxinic lakes or iron and manganese in ferruginous ones) and nutrients (phosphorus, ammonia and, to the less degree, silica). Below is the list of lakes in which the meromictic nature of mixing is established on the basis of these criteria.

Table

Characteristics of the investigated meromictic water bodies. Maximal concentrations of total sulfides ("H_2S") and total iron in monimolimnion are shown.

Lake	Coordinates	Length (m)	Depth (m)		TDS, mg L^{-1}		H_2S, mM	[Fe], mM
			max.	halo.	0 m	bot-tom		
Black Kichier	56.07604 N 48.34057 E	300	10,5	3.5	85	830	3.84	0.006
Shungaldan	56.14884 N 48.44185 E	160	13,5	3.5	1130	2360	9.66	0.007
Solenoe (Salt)	56.56316 N 47.36250 E	370	18	1.8	1060	8070	22.8	0.105
Palenoe (Burnt)	56.54748 N 47.26113 E	830	7,5	4.5*	141	3750	5.94	0.032
Kuznechikha (Farrier's)	56.19531 N 47.77361 E	380	20	11	75	620	0.028	2.23
Zelenoe (Green)	55.97578 N 48.33176 E	250	19	5.5**	235	380	0.01	0.625

Comments: * up to 1000 mg L^{-1}, plus near-bottom gradient from 6 m; ** up to 320 mg L^{-1}, and near-bottom gradient below 12 m.

Black Kichier is the northern part of the lake Kichier, separated from the rest of water area (Big Kichier) by narrow (~90 m) and shallow (<3 m) channel. The water in the lake has a HCO_3-Ca type of mineralization with high sulfate content, up to 200 mg L^{-1} in the bottom layer. In the Big Kichier mineralization gradient is also recorded, but due to the large wind stress distance it is not sufficient to prevent complete mixing, perhaps except of its deepest 1-1.5 m layers. Holomyxis in the lake Big Kichier is indirectly confirmed by low sulfide content in its bottom layer, less than 5 mg L^{-1}.

Lakes Shungaldan and Solenoe are small karst lakes of distorted elliptical shape. The water in the lake Shungaldan is of SO_4-Ca type, in Lake Solenoe, according to our data has sodium-chloride mineralization. The vertical profiles of salinity in these lakes were stable, even the magnitudes of the surface and near-bottom salinity were slightly changed from year to year. An extremely high concentration of sulfides was detected in the bottom layers of both lakes.

Lake Palenoe is located 7 km to the west of the lake Solenoe. It is larger, 830×350 m, and shallow (<2.5 m) in most part of the water area. However, a dip up to 8 m depth located in the North-Eastern part of the lake. Surface water in the lake is

soft, of mixed SO_4-Cl-Na mineralization, the bottom water is of sodium chloride type. The concentration of sulfides at the 6.5 m depth reached 190 mg L^{-1}. According to the mineralization gradient and the sulfide concentration in the bottom layer, the lake is certainly meromictic, and there are the peculiar geometric characteristics of the basin, namely, small area of the sinkhole and its high relative depth, that contribute to the suppression of mixing.

In contrast to the above lakes with euxinic monimolimnion, the two next lakes are ferruginous.

In the *lake Kuznechikha*, meromictic mixing was first mentioned in [3], and reported iron concentration in the bottom layer reached 212 mg L^{-1} in June 1972 and ~120 mg L^{-1} in March 1974. In three our examinations, in late June 2009, June and September 2013, bottom iron concentrations of 117-125 mg L^{-1} were detected. Detailed description of the vertical structure of the water column and the microbial communities of the lake in 2009 is given in [10]. Since 2010, the lake was leased to a hunting base; despite its attempts of the winter aeration of the lake, the structure of the water column, including the monimolimnion, in 2013 generally remained similar to 2009. However, the vertical structure and distribution of the phototrophic microbial community has changed markedly.

Lake Zelenoe (Vuver-Er, Green Lake) is located on the left bank of the river Ilet 10 km south of the lake Kichier. According to 1999-2000 data, the lake had mineralization of SO_4-Na type with small conductivity difference between surface and bottom layer [7]. In 2013, we found low (<20 mg L^{-1}) sulfate content and high iron content in the bottom layer [9]. According to calculations, under the detected hydrochemical structure of the water column, in case of homothermy the lake in 2013 may be mixed only to a depth of 12-14 m instead of its maximum depth, 19 m. Therefore, the lake was most likely not mixed in 2013, and has ferruginous monimolimnion from the depth of 10-12 m. However, since the cause of the change in the lake water chemistry since 2000 is unclear, it is possible that the meromictic regime of this lake is a short-term transition process.

The *lake Blue Oxbow*, in contrast to ones mentioned above, is not perhaps a meromictic, but has irregular mixing. The lake is located 2 km west of Lake Shungaldan; it is a sinkhole of about 100 m diameter and a depth of 8.5 m, connected by shallow channel to the horseshoe-shaped oxbow. The water in the lake has a mineralization above 2 g L^{-1} of SO_4-Ca type. The difference of electrical conductivity of water in the surface and bottom layers was, according to our results, 240-390 μS cm^{-1}, and, regarding the small diameter of the sinkhole was more then sufficient to suppress the complete mixing. The oxygen in both years were exhausted at the depth of 4-4,5 m, and the concentration of sulfide in the bottom layer reached 47 mg L^{-1}. However, the vertical structure of salinity in 2007 and 2009 was drastically dissimilar. Most likely, the hydrological connection with the rest of the water area, the inflow of water from surface springs of different chemistry, and the active photosynthesis of floating algal and duckweeds scums covered most of the lake surface, strongly but multidirectionally influence on the chemical composition of the water and so prevented the formation of a stable halocline.

According to the data in [7] at least two lakes of the group near Kerbelak village, Tot-Er and Kudz-er, as well as Lake Dolgoe (Long lake) at the eastern border of Mari-Chodra National Park, are most probably meromictic. In opposite, lakes Kononjer and Big Mushineer are maybe golomictic contrary to consensus in the literature. It should be noted that first researchers of these lakes initially did not discuss regime of their mixing [5, 6], and only later has V.M. Gorlenko mentioned them, together with Lake Kuznetchikha, as examples of low-sulphate, iron-rich, meromictic lakes [4].

High content of inorganic reducing substances and nutrients in the monimolimion of the studied water bodies leads to the development of deep chlorophyll maxima and formation of significant biomass populations of anoxygenic phototrophic bacteria in the redoxcline zones. This is especially evident in euxinic water bodies, where narrow, almost coinciding maxima of abundance and biomass of several species of phototrophic bacteria are formed, with domination of Chlorobiaceae and variable share of Chromatiaceae and cyanobacteria. Concentrations of bacteriochlorophylls in these «microbial plates» may reach extremely high values, up to 3000-5000 $\mu g\ L^{-1}$.

In ferruginous lakes, due to the low toxicity of ferrous iron compared to sulfides, oxygenic phototrophs penetrate deep into the anaerobic zone. Photosynthetic production of oxygen leads to the erosion of redoxcline and, accordingly, to the expansion and vertical segregation of the zones of development of various chemocline organisms. In the two studied ferruginous lakes two-step structure of iron vertical distribution, evident from several other ferruginous lakes, is formed. The species undetected in euxinic lakes, *Chloronema giganteum*: Chloroflexales, dominated among anoxigenic phototrophs in both lakes; it is accompanied by several representatives of oxygenic and anoxigenic phototrophs.

Conclusion

Since 2006, we have explored 12 karst lakes in the Mari El Republic, half of which proved to be meromictic. However, in summary [8], 75 karst water bodies and lakes of other origin having sinkholes were listed; 45 karst lakes of the territory were characterized in [7]. Since stratification in the lakes of the region remains poorly investigated, even regarding non-randomness of our studies, meromixis probably remains undetected in some of the other lakes in the region. Still, no data on meromictic lakes of adjacent regions are published, but we believe that their apparent absence indicates only the need for further limnological research of the area.

Literature

[1] *Alimov A.Ph., Mingazova N.M.* (eds.) Unique Ecosystems of Brackish-Water Karst Lakes of the Middle Volga Region Kazan: Izd-vo Kazanskogo Universiteta, 2001. 256 pp. [In Russian]

[2] *Gorbunov M.Yu.* Vertical stratification of water mass in small lakes of forest-steppe region of Volga Basin // Izv. Samarskogo Nauchnogo Centra RAN, 2007. V. 9b, No. 4. P. 973-986. [In Russian]

[3] *Gorlenko V.M., Vainstein M.V., Chebotarev E.N.* Bacteria of Sulfur and Iron Cycles in the Low-Sulfate Meromictic Lake Kuznechikha // Microbiology, 1980. V. 49, No. 5. Pp. 653-659.
[4] *Gorlenko V.M.* The role of purple and green bacteria in the carbon and sulfur cycles in stratified lakes // In: E.T. Degens et al., eds. Interactions of Biogeochemical Cycles in Aquatic Ecosystems. Hamburg: SCOPE-UNEP, 1992. Pp. 51-58.
[5] *Gorlenko, W. M., Kuznetsov S.I.* Über die photosynthesierenden bakterien des Kononjer-Sees // Arch. Hydrobiol, 1972. V. 70, No. 1. Pp. 1-13.
[6] *Kuznezov S.I., Gorlenko W.M.* Limnologische und mikrobiologische Eigenschaften von Karstseen der A. S. R. Mari // Arch. Hydrobiol, 1973. V. 71, No. 4. Pp. 475-486.
[7] *Mingazova N.M.* (ed.) Biodiversity and Typology of the Karst Lakes of Middle Volga Region. Kazan: Izd-vo Kazanskogo Universiteta, 2009. 222 pp. [In Russian]
[8] *Sorokin I.N., Petrova R.S.* (eds.) Lakes of Middle Volga Region. Leningrad: Nauka, 1976. 236 pp. [In Russian]
[9] *Umanskaya M.V., Bykova S.V., Gorbunov M.Yu.* Stratification and Vertical Distribution of Ciliates and Phototrophic Bacteria in a Lake with Ferruginous Hypolimnion // Voda: chimija I ekologija [Water: Chemistry and Ecology], 2018. No. 10-12 (117). Pp. 74-83. [In Russian]
[10] *Umanskaya M.V., Tarasova N.G., Gorbunov M.Yu.* Phototrophic Plankton of Siderotrophic Meromictic Lake Kuznechikha (Republic Mari El, Russia) // Inland Water Biology, 2017. V. 10, No. 2. Pp. 158-167.
[11] *Walker K.F., Likens G.E.* Meromixis and a Reconsidered Typology of Lake Circulation Patterns // Verh. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol. 1975. V. 19, No. 1. Pp. 442-458.

S u m m a r y. The information on the known and newly found meromictic lakes of the Middle Volga region is given. Water bodies with both euxinic and ferruginous monimolimnion are found. A number of potentially meromictic lakes remain probably unexplored.

МЕРОМИКТИЧЕСКИЕ ОЗЕРА НА МОРСКИХ БЕРЕГАХ КАМЧАТКИ

С.Л. Горин*, А.А. Попрядухин** М.В. Коваль***
**ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва, gorinser@mail.ru*
***МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва*
****ФГБНУ «КамчатНИРО», г. Петропавловск-Камчатский*

MEROMICTIC LAKES AT THE KAMCHATKA PENINSULA COAST

S.L. Gorin*, A.A. Popryadukhin**, M.V. Koval***
**Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow*
***Lomonosov Moscow State University, Moscow*
****Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography, Petropavlovsk-Kamchatsky*

Аннотация. В докладе, основанном на многолетних полевых исследованиях, приводятся сведения о меромиктическом оз. Большой Вилюй – небольшом водоеме, находящемся в устье малой реки на Тихоокеанском побережье Камчатки.
Ключевые слова: озеро, эстуарий, меромиксия, береговая зона, Камчатка.

Введение

На Тихоокеанском побережье Камчатки есть множество озер, в которые вода поступает как из впадающих в них рек, так и из океана. Благодаря очень большим различиям в солености исходных вод, в озерных котловинах создаются благоприятные условия для развития меромиксии. Как показали наши исследования, в каждом случае особенности проявления меромиксии зависят от трех главных факторов: проточности водоема, соотношения его глубины с толщиной миксолимниона, а также от морфодинамики блокирующих аккумулятивных форм, отделяющих эти озера от океана. В представляемом докладе рассматривается типичный для данного региона случай, когда небольшое по своим размерам озеро находится в устье малой реки.

Объекты и методы

Оз. Большой Вилюй находится на восточном (Тихоокеанском) побережье Камчатки, на берегу Авачинского зал. Вместе с еще одним озером – Малый Вилюй – оно образует эстуарий, который сообщается с океаном через небольшой водоток (рис. 1). От океана эстуарий отделен песчано-галечной пересыпью. Со стороны суши озеро окружено невысокими (до 200-300 м) горами, а со стороны океана оно открыто для ветра. Глубина в озере <6-7 м (в летний период $h_{ср}$=2,9 м). Площадь озера 4,3 км^2, а длина 3,8 км. Эстуарный водоток имеет длину ~2,5 км, ширину от 50 до 200-300 м; в отлив глубина в нём не превышает 1,0 м.

Полевые работы в эстуарии (в том числе на озере) проводились во все сезоны года. Подробно о календарных сроках экспедиций, составе и методах работ 2002, 2004 и 2006-2007 гг. см. в [1, 3], а об экспедиции 2015 г. – в [6]. В итоге, были изучены: пространственно-временная изменчивость уровня, температуры, солёности воды и содержания в ней растворенного кислорода (в пределах эстуария); характеристики внешнего водообмена эстуария с рекой и океаном; морфометрия эстуария; морфодинамика блокирующей аккумулятивной формы в устье эстуария. Основные результаты работы опубликованы в [1, 3, 6].

Обсуждение результатов

Климат в районе исследований умеренный морской. Лето короткое, умеренно теплое, облачное, с туманами и моросящими дождями; продолжительностью 2,5-3 мес. (со второй половины июня до второй половины сентября). Зима продолжительная, умеренно холодная, многоснежная и ветреная, с периодическими оттепелями; длится 4,5-5 мес. (с середины ноября до первой половины апреля). Весна затяжная (2,5-3 мес.), осень короткая (1,5-2 мес.). Средняя годовая температура воздуха ~2,1°С; Самые теплые месяцы года – июль и август (12,2 и 13,2°С в среднем за месяц, соответственно), а наиболее холодные – январь и февраль (-7,5°С). Безморозный период в среднем продолжается 5 мес. с середины мая до середины октября. Средняя скорость ветра в районе озера в июле–августе составляет 4-5 м/с, в декабре–марте 7-9 м/с. Бризовая циркуляция начинается весной, усиливается летом, а осенью прекращается. Реки, впадаю-

щие в эстуарий, имеют смешанное снеговое и дождевое питание. Бóльшая часть стока проходит в теплое время года. На спаде половодья (в июле) суммарный расход речной воды ~4 $м^3$/с. Температура речной воды в июле–августе достигает ~10°С и более, минерализация не превышает 20-40 мг/л. В прибрежной части океана приливы смешанные: в сизигию неправильные суточные с продолжительным стоянием высоких уровней, в квадратуру неправильные полусуточные (величиной ~2,0 и 1,0 м соответственно). В прибрежной зоне температура воды изменяется от ~12°С в конце августа – начале сентября до –1,5°С в феврале; солёность воды летом уменьшается до 25-28‰, а зимой увеличивается до 32‰.

В большую часть года оз. Большой Вилюй свободно сообщается с океаном через эстуарный водоток. Но зимой, при сочетании сильных океанских штормов и низкого речного стока, устье эстуарного водотока может блокироваться морскими отложениями. Вследствие этого, озеро на некоторое время (от нескольких дней до нескольких месяцев в году) оказывается изолированным от океана, что способствует значительной трансформации находящихся в нём водных масс. В половодье свободный водообмен между озером и океаном полностью восстанавливается. В теплое время года океанская вода как таковая в котловину озера не попадает – под действием ветра она смешивается с речной и озерной водой еще в эстуарном водотоке и в оз. Малый Вилюй. И лишь в период ледостава (если эстуарный водоток не заблокирован), океанская вода может небольшими порциями проникать в котловину озера. Ледостав на озере продолжается более 6 мес. (с конца ноября до начала июня).

Колебания уровня воды в озере имеют различную природу: сезонные (до 0,8 м), связанные с внутригодовой неравномерностью речного стока, а также полумесячные (до 0,2 м) и суточные (менее 0,1-0,2 м), вызываемые приливами в океане (~90% исходной величины океанского прилива теряется на мелководьях в эстуарном водотоке).

Благодаря наличию относительно замкнутой котловины и слабой проточности озера (вода в нем обновляется за ~3 мес.) внутри него сформировались две водные массы (поверхностная и придонная), вторичные по отношению к речной и морской воде (рис. 1). А поскольку морское влияние на внешний водообмен озера преобладает над речным, вторичные водные массы (ВМ) осолонены. Из-за длительности периода водообновления свойства вторичных ВМ почти не зависят от фазы прилива или кратковременных колебаний водного стока рек. Их изменчивость имеет сезонный характер и определяется внутригодовой неравномерностью речного стока и сменой климатических сезонов (рис. 2). Стратификация в озере лучше всего выражена в июне-июле, когда различия в солёности поверхностной и придонной ВМ превышают 25‰, а слой скачка залегает глубже 1,5 м.

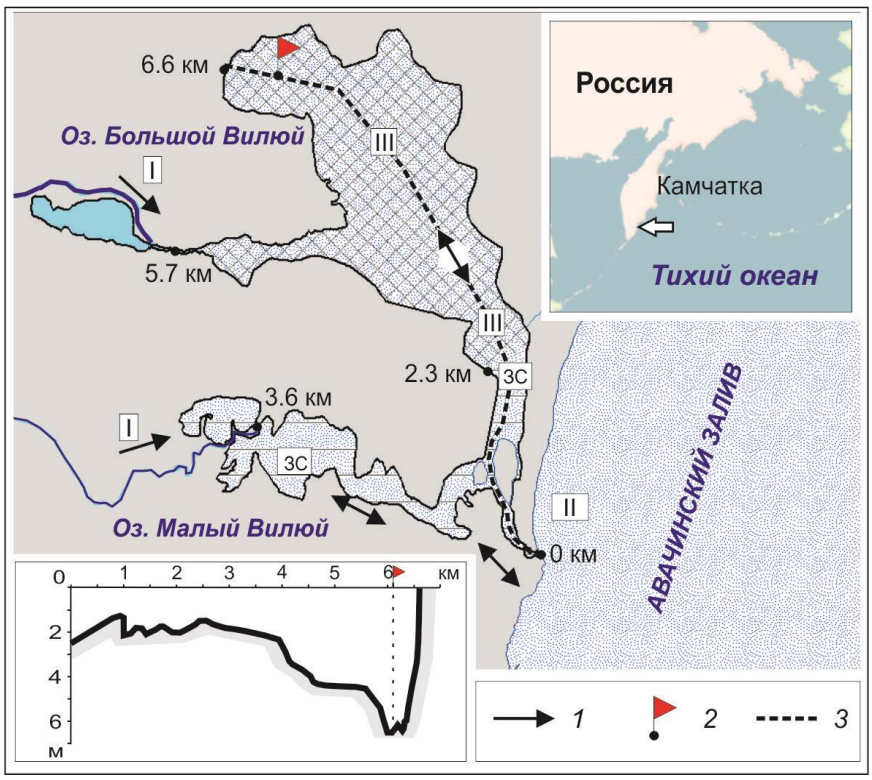


Рис. 1. Эстуарий р. Большой Вилюй и его районирование по гидрологическим условиям (отражена ситуация, характерная для периода летней межени и сизигийных приливов):
I – речные ВМ; II – океанические ВМ; III – зона распространения вторичных ВМ; ЗС – зона смешения ВМ; *1* – стоковые и приливные течения; *2* – створ длительных наблюдений за гидрологическими характеристиками (см. рис. 2); *3* – продольный разрез глубин на врезке.

Поверхностная ВМ в озере полностью обновляется весной, в период половодья на впадающей в него реке и таяния мощного снежно-ледяного покрова на акватории самого озера (рис. 2). Поэтому в начале лета соленость этой ВМ минимальна – до 1-2‰. В течение всего лета поверхностная ВМ поглощает солнечное тепло и перемешивается с придонной ВМ, а также осолоненной водой из зоны смешения, находящейся между озером, рекой и океаном (при одновременном уменьшении притока речной воды), поэтому её температура и солёность повышаются до 15-18°С и 8-10‰, соответственно. Осенью ее соленость продолжает расти, а температура падает. Непрерывное ветровое перемешивание способствует тому, что характеристики поверхностной ВМ в летний и осенний периоды однородны по глубине, а её толщина сохраняется постоянной (~1,5 м). Придонная ВМ обновляется в зимний период, когда на максимумах приливов океанская вода достигает озерной котловины (летом она смешивается с речной водой еще до попадания в котловину). В этот сезон ее солёность повышается (до 30-32‰), температура понижается (до 2°С), а вертикальное распределение этих характеристик в придонном слое выравнивается. Весной и летом придонная ВМ нагревается (до 8-10°С) и немного опресняется (до ~28‰), при этом её верхняя граница постепенно опускается с глубины ~3,5 до ~5 м. Это происходит из-за ветрового перемешивания, а также существенного ограничения притока морской воды в нижний слой озера. Ко второй половине осени (к ноябрю) слой скачка между вторичными ВМ может опускаться до дна.

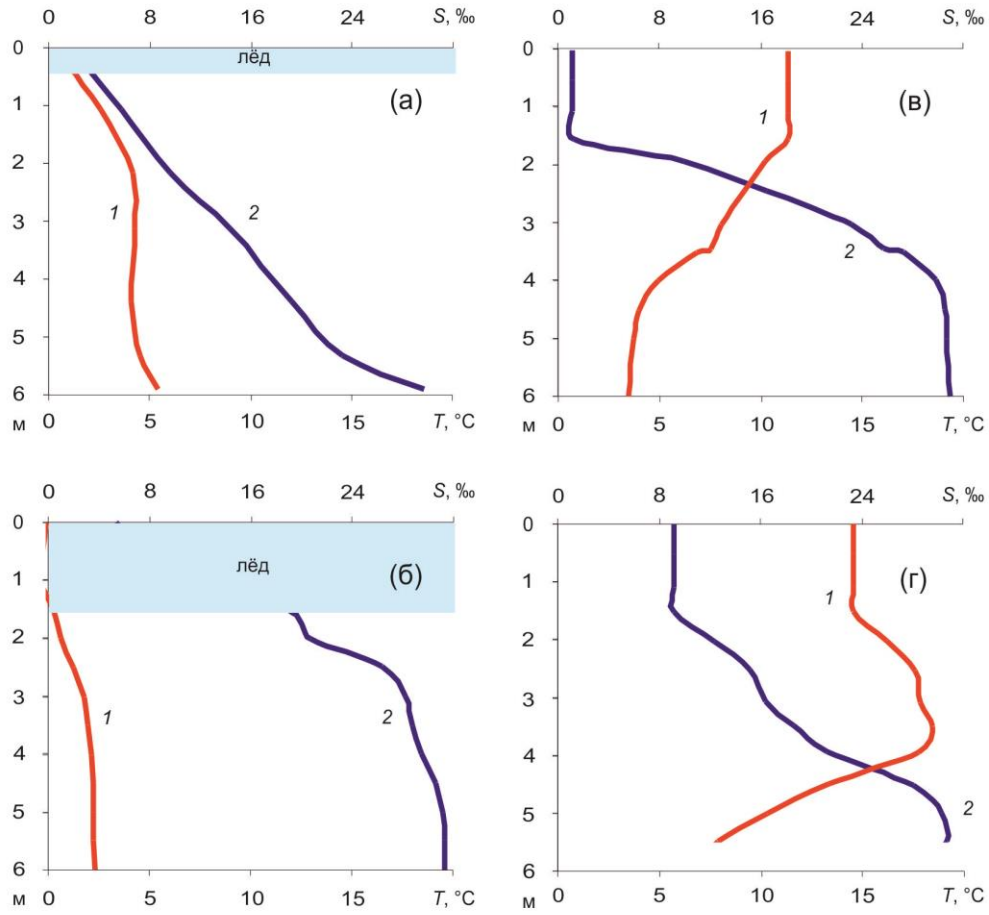


Рис. 2. Сезонное распределение температуры (*1*) и солености (*2*) воды в котловине оз. Большой Вилюй (положение станции см. на рис. 1): а – в начале зимней межени (03.12.2006 г.), б - в конце зимней межени (25.03.2007 г.), в - на пике речного половодья (29.06.2007 г.), г – в осеннюю межень (15.09.2007 г.).

Заключение

Оз. Большой Вилюй представляет собой водоем, в котором из-за притока пресных речных и соленых океанских вод, а также наличия глубин, хотя и немного, но все же превышающих толщину ветрового перемешивания, возникла и устойчиво существует меромиксия. В качестве характерных особенностей этого озера можно выделить следующее. Раз в год (в конце осени) озеро может перемешиваться до дна (то есть на непродолжительное время меромиктическая обстановка в озере сменяется на голомиктическую). Вода в миксолимнионе полностью обновляется в конце весны, а в монимолимнионе – зимой. Летом и осенью водообновление продолжается, хотя и менее интенсивно. В теплый период года толщина фотического слоя может превышать толщину миксолимниона, поэтому в озере формируются заглубленные максимумы температуры воды. Под воздействием речного стока, океанских приливов и обмена с атмосферой и дном, гидрологические характеристики в озере изменяются с сезонной (преимущественно), а также полумесячной и суточной периодичностью.

Для этого озера очень велика роль льда, который покрывает его на протяжении >6 мес. Зимой лед «консервирует» опресненные поверхностные воды и одновременно защищает оставшуюся водную толщу от ветрового перемешивания. Весной таяние более чем 1,5-метровой толщи льда со снегом способ-

ствует формированию низко минерализованной водной массы на поверхности водоема. Поэтому в оз. Большой Вилюй, при относительно малых глубинах (до ~6,5 м) и постоянном притоке речных и океанских вод, могут одновременно существовать две водные массы с различной соленостью. Некоторое влияние на озеро оказывают периодические замывы в устье водотока, соединяющего его с океаном. Из-за них водообмен между озером и океаном может быть прерван на несколько недель или даже месяцев, что способствует более глубокой трансформации водных масс в озерной котловине.

На Тихоокеанском побережье Камчатки известно несколько объектов, подобных оз. Большой Вилюй [2]. Среди них особо выделяется оз. Култучное, которое находится в устье р. Камчатка. Оно является самым большим меромиктическим водоемом всего региона: площадь его акватории составляет 99 км^2, объем чаши – 767 млн. м^3, а максимальная глубина – 12,5 м [4]. Современный гидрологический режим оз. Култучное очень похож на таковой в оз. Большой Вилюй [4]. Но в недалеком прошлом здесь бывали смены периодов осолонения и опреснения (каждый из которых длился по несколько десятков лет), связанные с морфодинамикой устья р. Камчатка [5].

Литература

[1] *Горин С.Л.* Гидролого-морфологические процессы в эстуариях Камчатки. Дисс... канд. геогр. наук. М.: ВНИРО, 2009. 193 с.

[2] *Горин С.Л.* Эстуарии полуострова Камчатка: теоретические подходы к изучению и гидролого-морфологическая типизация. Итоги 10 лет исследований. / Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и Северо-Западной части Тихого океана. Вып. 27. 2012. С. 5-12.

[3] *Горин С.Л.* Гидролого-морфологические процессы в эстуарии реки Большой Вилюй (Восточное побережье Камчатки). / Водные Ресурсы. Т.40. №.1. 2013. С. 3-18.

[4] *Горин С.Л.* Современные морфологическое строение и гидрологический режим эстуария реки Камчатки. / Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и Северо-Западной части Тихого океана. Вып. 31. 2013. С. 6-26.

[5] *Горин С.Л.* Морфодинамика устья реки Камчатка в XVIII-XX вв. и ее влияние на гидрологический режим устьевых водоемов. / Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и Северо-Западной части Тихого океана. Вып. 32. 2014. С. 79-88.

[6] Stepanenko V.M., Repina I.A., Artamonov A.Yu., Gorin S.L., Lykossov V.N., Kulyamin D.V. Mid-depth temperature maximum in an estuarine lake. / Environmental Research Letters. Vol. 13. № 3. 2018. P. 035006.

S u m m a r y. The report, on the basis of many years of field research, provides information about the Bol'shoy Vilyuy lake: the meromictic lake is located at the mouth of a small river on the Pacific coast of Kamchatka.

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МЕРОМИКТИЧЕСКИХ ВОДОЕМОВ ГУБЫ КАНДА, ОТДЕЛЕННЫХ ОТ БЕЛОГО МОРЯ ДАМБОЙ

Н.А. Демиденко*, А.С. Саввичев**, Д.А. Воронов***, Е.Д. Краснова****
**Гос. океанографический ин-т им. Н.Н. Зубова, г. Москва, demidenko_nikola@mail.ru*
***Ин-т микробиологии имени С.Н. Виноградского РАН, г. Москва, savvichev@mail.ru*
**** Ин-т проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН и НИИ Физ.-хим. биологии им. А.Н. Белозерского МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, da_voronov@mail.ru*
*****МГУ им. М.В. Ломоносова, e_d_krasnova@mail.ru*

HYDROLOGICAL REGIME AND ECOLOGICAL CONDITIONS OF THE MEROMICTIC RESERVOIRS OF THE KANDA BAY SEPARATED BY A BARRAGE FROM THE WHITE SEA

N.A. Demidenko*, A.S. Savvichev**, D.A. Voronov ***, E.D. Krasnova ****
**Zubov State Oceanographic Institute (SOI), Roshydromet, Moscow*
***Vinogradsky Microbiological Institute, Research Center of Biotechnology of RAS*
**** Kharkevich Institute for Information Transmission Problems RAS, and A.N. Belozersky Institute of Physico-Chemical Biology of M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow*
***** Faculty of Biology, M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow*

Аннотация. Меромиктические водоёмы губы Канда (Белое море, Кандалакшский залив) представляют уникальный пример антропогенных меромиктических водоемов. Гидрологический режим губы Канда – это результат сложного и сжатого во времени хорошо документированного техногенного процесса отделения от моря системы крупных озер, в разной степени связанных с морем. Губа Канда – единственный крупный водоем, динамику процесса отделения которого можно наблюдать в промежуточной стадии, когда сосуществуют пресноводные и морские водные массы. На примере губы Канда удобно исследовать закономерности трансформации гидрологических и экологических условий в большом морском заливе при его частичной или полной изоляции от моря.
Ключевые слова: меромиктические водоемы, искусственные дамбы, водообмен, гидрологический режим, экологическое состояние, сероводород, Белое море.

Введение

Меромиктические водоёмы характеризуются наличием анаэробной зоны в монимолимнионе. Анаэробные условия создаются за счет протекания микробных процессов деструкции органического вещества, вызывающих исчерпание растворённого кислорода. Целью исследований гидрологического и микробиологического состояния меромиктических водоемов губы Канда Белого моря является оценка изменения природных условий при антропогенном отделении морских заливов для строительства приливных электростанций, опреснения морских бассейнов, развития марикультуры [2, 7].

Регион исследований, объекты и методы

Губа Канда расположена в западной части Кандалакшского залива Белого моря, имеет длинную извилистую форму. В губу впадает река Канда и множество ручьев. С началом Первой мировой войны резко активизировались работы по созданию железной дороги на Мурман. В ноябре 1914 г. были начаты изыскательские работы по всей трассе будущей дороги, которые завершились к марту 1915 г. Строительство железной дороги велось с сентября 1915 по ноябрь

1916 гг. Строительство очень затрудняло обилие рек и ручьев. Особая проблема возникла в районе губы Канда. Здесь было решено строить фильтрующую дамбу через морское мелководье. Подобное сооружение возводилось впервые в мире. Дамба прошла через острова Кривой (другое название Темный), Крекалья и два прилегающих к ним. Для прохода мелких судов и рыбы была оставлена протока, через которую был построен однопролетный мост. В 1959 г. дамба была расширена и построен второй путь железной дороги. Гидротехнические сооружения и железная дорога приобрели свои окончательные размеры – общая длина дамбы 2,1 км, ширина 12 м, высота насыпи от 3 до 8 м [6]. При строительстве автодороги М18 «Кола» (Санкт-Петербург – Мурманск) через центральную часть губы Канда была построена еще одна фильтрующая дамба и мост (пролет 75 м). Строительство было закончено в 1968 г. Водообмен между кутовой частью и остальной губой был резко ограничен (рис. 1).

Таким образом, в течение последних десятилетий гидрологический режим губы Канда неоднократно изменяли. Строительство дамб многократно снизило водообмен внутри губы и между губой и морем. В настоящее время колебания уровня воды в морской части губы не превышают 0,5 м, хотя до зарегулирования здесь был выражен приливный цикл, характерный для Кандалакшского залива в целом (величина сизигийного прилива в этой части залива составляет 2,8 м). В кутовой и центральной частях губы приливный цикл почти не выражен. Нарушение водообмена приводит к застойным явлениям, которые, видимо, нарастают.

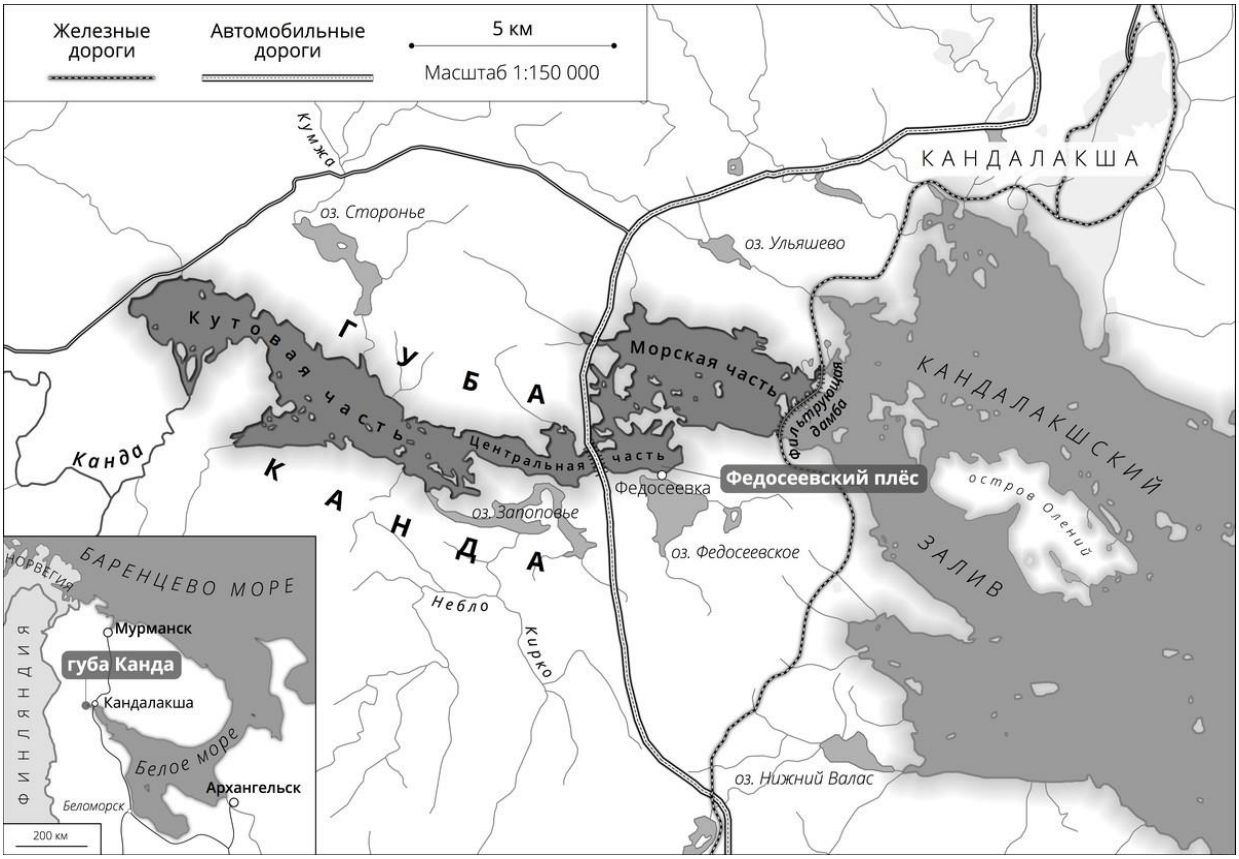


Рис. 1. Карта-схема водоемов губы Канда, дельты р. Канда и прилегающей акватории Кандалакшского залива.

С целью исследования трансформации гидрологического режима, а также экологических условий морского залива, имеющего сложный рельеф дна, при его частичной или полной изоляции от моря, в июле–августе 1984 г. Государственным океанографическим институтом (ГОИНом) [2], а в зимний период в январе–апреле 2015-2018 гг. ГОИНом, Институтом микробиологии РАН и МГУ им. М.В. Ломоносова были выполнены экспедиционные исследования губы Канда [4, 5]. Основное внимание было обращено на выявление условий стратификации и перемешивания вод, а также на определение состояния застойных зон в этом водоеме. С помощью микробиологических и биогеохимических исследований в южной части губы Канда – искусственном водоёме найдены признаки меромиксии. Губа Канда является в настоящее время единственным в России рукотворным внутренним морским водоёмом, для которого получены данные о скорости микробных процессов, ответственных за возникновение придонного водного слоя, содержащего сероводород и метан.

Результаты и обсуждение

Исходя из особенностей геоморфологии берегов, искусственных транспортных сооружений и гидролого-гидрохимического режима, акватория губы условно разделена на три части: морскую, центральную и кутовую.

Соленость воды губы Канда изменяется в широком диапазоне: от 0,2 до 22,2‰. В поверхностном опресненном горизонте сумма ионов постепенно увеличивается от 0,2-0,4 мг/л в кутовой части губы до 3-6‰ у морского плеса. В придонном горизонте соленость вод находится в интервале от 13,8 до 21,9‰. Для всей губы отмечалось сильное опреснение поверхностных слоев: в центральной и кутовой частях в летний период поверхностная соленость обычно не превышала 1,8‰ [5]. В морской части губы поверхностная соленость изменялась от 2,6‰ в западной части до 6,5‰ у фильтрующей железнодорожной дамбы. В придонных слоях соленость достаточно высока, достигая 16,9‰ в отдельных глубоких участках центральной части и 26,5‰ в морской части.

Для вертикального распределения солености было характерно наличие двух основных водных масс: пресноводно-солоноватоводного миксолимниона и высокосоленого монимолимниона, разделенных между собою хемоклином. Толщина слоя опресненных вод изменялась в разных районах губы от 1 до 10 м. Эти воды обильно насыщены кислородом (80-100%), хорошо прогреваются в летний период, содержат много углекислоты и органических веществ.

Ниже расположен слой мощностью 2-4 м с резким возрастанием солености (гало– или хемоклин), обычно совпадающий с термоклином. Хемоклин характеризуется высоким (иногда до 10‰ на 1 м) градиентом солености.

Глубже 8-10 м залегают высокосоленые воды, являющиеся в кутовой части и центральных плесах почти застойными. Последние практически лишены кислорода (вплоть до его полного отсутствия), насыщены углекислотой (от 57 до 350 мг/л) и в нижних слоях – растворенным сероводородом (до 7-8 мг/л, иногда до 11,5 мг/л). Температура в придонном горизонте оставалась низкой (3,2-4,5°С) в течение года, а в самых глубоких участках опускалась до 2,7°С. Соленость в морской части губы на глубине 4-6 м составляла 18‰, постепенно

увеличиваясь ко дну до 23‰. В центральной части губы с увеличением глубины отмечалось очень резкое возрастание солености: от 3-4‰ на глубине 4 м до 15,5‰ на глубине 10 м, достигая в самых глубоких участках 19‰ [5]. В кутовой части губы в придонном горизонте максимальная соленость наблюдалась весной (5‰), осенью (9‰) [1], и зимой 2017-2018 гг. (16,8‰). Единственные обитатели этих вод – анаэробные бактерии. Границы между водными массами особенно резко обозначены в период летней стратификации. Осеннее и весеннее перемешивание вод приводит к частичному размыванию галоклина и осолонению нижних горизонтов миксолимниона.

В средней части губы Канда в Федосеевском плесе, отделенном от морского плеса мелководным порогом, также наблюдается двухслойная структура водной массы с пикноклином, залегающем на глубине 7-8 м. Температура воды в верхнем слое около 15°С, концентрация растворенного кислорода – 8-9 мг/л. Под пикноклином температура воды 4°С, соленость 12-14‰, количество растворенного кислорода резко падает, у дна достигая аналитического нуля. В центральной и восточной части Федосеевского плеса в придонном горизонте формируется слой с анаэробными условиями [2].

Гидрологическая съемка, проведенная в морской части губы Канда в зимний период в конце января 2015 г., показала, что толщина льда на акватории составляла в среднем 42 см, высота снежного покрова на льду достигала 15 см. Глубины на гидрологических станциях изменялись от 8 м в западной части плеса до 17 м в центральной части у о. Крокалий. В западной части морского плеса температура воды в поверхностном горизонте, где вода практически пресная, была равной 0°С; в центральной части с повышенной соленостью поверхностных вод составляла –0,2°С [4]. С глубиной температура воды увеличивалась, и в придонном горизонте достигала 2,8°С у западной, более мелководной, части по сравнению с 2,3-2,5°С в центральной части с глубинами 13-17 м.

Материалы для исследований, полученные в январе 2015 и феврале-марте 2016-2017 гг. с помощью зондирования и отбора водных образцов добывали с поверхности льда. Исследования морской и кутовой акваторий губы Канда показали, что водная толща локальных ям содержит растворенный кислород во всем слое от подлёдного горизонта и до дна, при этом признаки сероводорода отсутствуют в поверхностном слое осадка. Однако в центральной части Федосеевского плёса наблюдались все признаки меромиксии [4].

Опресненный слой водной толщи соответствует подлёдному водному слою. Гало- и термоклин выражены слабо и находятся на глубине 9-10 м. Окислительно-восстановительный потенциал резко изменяется в пределах этого горизонта. Содержание кислорода в подлёдном слое соответствовало 0,3 ммоль $л^{-1}$, глубже концентрация O_2 плавно снижалась до минимальных значений на глубине 10 м (0,03 ммоль $л^{-1}$) [4]. На глубине 11 м концентрация сероводорода составляла 0,42 ммоль $л^{-1}$, а в придонном слое достигала 1,93 ммоль $л^{-1}$. Распределение тяжелых металлов по глубине [4] контролируется двумя процессами: 1) окислением двухвалентных форм марганца и железа в миксолимнионе (от поверхности до 8 м) с образованием коллоидных частиц (главным образом, оксигидроксидов железа (III) с захваченными в резуль-

тате соосаждения и сорбции другими металлами), скорость осаждения которых в слое галоклина резко снижается, приводя к возникновению локального максимума концентраций, и 2) восстановлением окисленных форм Mn(IV) и Fe(III) в зоне сульфатредукции (ниже 12 м) с образованием менее растворимых соединений, вероятно, сульфидов железа, также захватывающих в качестве примесей металлы, имеющие сродство с железом (Co, Zn, Pb и Cd) [5]. Концентрации минерального и органического фосфора (рис. 1-г) в поверхностном горизонте до глубины 8 м были минимальны (0,012-0,014 мг $л^{-1}$), увеличиваясь до 0,12 на глубине 10 м и резко возрастая в придонных горизонтах (до 3,8 мг $Р_{мин}$ $л^{-1}$ и 0,19 мг $Р_{орг}$ $л^{-1}$) [5].

Общая численность микроорганизмов (ОЧМ) в миксолимнионе Федосеевского плёса (450 10^3- 650 10^3 кл $мл^{-1}$) соответствовала значениям обычным для зимнего сезона в олиго-мезотрофных водоемах. В слое хемоклина величина ОЧМ достигала локального максимума (1650 10^3 кл $мл^{-1}$), что свойственно меромиктическим водоёмам. Результаты экспериментов с добавкой $Na_2{}^{35}SO_4$ показали, что во всех пробах сероводородной воды происходит процесс микробной сульфатредукции, суточная скорость которого (до 3,0 мкмоль S $л^{-1}$ $сут^{-1}$) почти на 3 порядка величин ниже, чем содержание сероводорода [4]. Из этого следует, что обнаруженные концентрации сероводорода могли образоваться не за один год, т.е. не только в текущий зимний сезон.

Концентрация растворенного метана в миксолимнионе варьировала от 19 до 29 нмоль $л^{-1}$, что немного превышало его содержание в атмосфере. В слое хемоклина и придонном водном слое концентрация растворённого метана достигала 2,8-3,7 ммоль $л^{-1}$, характер распределения содержания указывает на поступление метана из донных отложений. Изотопный состав углерода растворенного метана из придонного водного горизонта ($\delta^{13}C$ (CH_4) = -79,2‰) свидетельствует о его современном микробном генезисе. При этом содержание лёгкого изотопа углерода метана в слое хемоклина было меньше, чем соответствующие величины в нижележащих горизонтах ($\delta^{13}C$ (CH_4) = -70,4‰). Такое изменение изотопного состава углерода метана свидетельствует об эффекте фракционирования, возникающего при микробном потреблении преимущественно легкого изотопа углерода.

Выводы

Гидрологический режим губы Канда – это сложный и сжатый во времени техногенный вариант процесса отчленения от моря системы крупных озер. Большинство больших и малых озер, расположенных вблизи побережья Кандалакшского залива, по происхождению являются участками морских акваторий. Губа Канда – единственный крупный водоем, где этот процесс можно наблюдать в промежуточной стадии, когда устойчиво существуют пресноводные и морские водные массы. В связи с хорошо выраженным влиянием антропогенного фактора в формировании современного облика губы Канда возникла идея ее использования в качестве модели антропогенного водоема, формирующегося при отделении от моря залива, имеющего сложный рельеф дна. На примере губы Канда можно показать, в каком направлении будут трансформироваться

гидрологические и экологические условия и в целом вся экосистема морского залива при его частичной или полной изоляции от моря.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты № 17-04-01263 и 19-05-00377).

Литература

[1] *Галкина Л.А., Позднякова Л.Е., Цееб Т.Я.* Губа Канда и ее обитатели. / Океанология. 1963. т. 3. № 5. с. 898-906.

[2] *Друмева Л.Б., Лупачев Ю.В., Лучков В.П., Маврина М.В.* Гидрологические и гидрохимические особенности губы Канда. / Химия и биология морей [Сборник статей] / Гос. океаногр. ин-т. Под ред. А.И. Симонова. М.: Гидрометеоиздат: Моск. отд-ние, 1987 (222 с. ил.). С. 49-53.

[3] *Иванов Н.О., Китаев В.П., Чеченков А.В.* Особенности гидрофауны Кандагубы Белого моря. / Итоги и перспективы изучения биологических ресурсов Белого моря. Л.: ЗИН АН СССР, 1983. с. 37-44.

[4] *Саввичев А.С., Демиденко Н.А., Краснова Е.Д., Калмацкая О.В., Харчева А.И., академик РАН М.В. Иванов.* Микробные процессы в губе Канда – меромиктическом водоеме, искусственно отделенном от Белого моря. / Доклады Академии наук. 2017. Т. 474, № 5. С. 637-641.

[5] *Савенко А.В., Демиденко Н.А., Саввичев А.С., Покровский О.С.* Распределение главных ионов и растворенных микроэлементов в меромиктических водоемах Кандалакшского залива Белого моря. Геология морей и океанов: Материалы XXI Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. III. М.: ГЕОС, 2015. С. 271-275.

[6] *Смирнова Т.С.* Донная фауна губы Канда Белого моря. / Гидробиологический журнал. 1965. Т.1. № 4. С. 27-33.

[7] *Юрченко С.В., Корякин А.С.* Техногенные воздействия на губу Канда, Белое море. / Экологические проблемы северных регионов и пути их решения: Материалы IV Всерос. науч. конф. с междунар. участием (2-5 октября 2012 г.). Апатиты, 2012. Ч. 2. С. 171-173.

S u m m a r y. The meromictic reservoirs of the Kanda Bay, separated by the barrage from the White Sea, represent a unique example of the anthropogenic meromictic lakes nevertheless featuring complete water column stratification. The hydrological regime of the Kanda Bay is the result of a well-documented technogenic process of separation from the sea of a system of large lakes, which are connected to the sea in different extent. The Kanda Bay is the only large water body, the dynamics of the separation process of which can be observed at an intermediate stage when freshwater and marine water masses coexist. Using the example of the Kanda Bay, it is convenient to investigate the principles governing the transformation of hydrological and ecological conditions in a large sea water body after its partial or complete isolation from the sea.

ИЗОЛЯЦИЯ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ И РЫБ В МОРСКИХ ОЗЁРАХ

П.А. Джелали, А.В. Гагарина, П.П. Стрелков
СПбГУ, г. Санкт-Петербург, polly96@mail.ru

ISOLATION OF INVERTEBRATE AND FISH IN SEA LAKES

P.A. Jelali, A.V. Gagarin, P.P. Shooters
SPSU, St. Petersburg

Аннотация. Обзор посвящен анализу современного состояния изученности изолированных популяций организмов в морских озёрах. Анализ генофонда таких популяций показал общую закономерность к снижению генетической изменчивости во всех изученных таксонах рыб и беспозвоночных.
Ключевые слова: изоляция, морские озёра, меромиктические озёра, дрейф генов.

Введение

Морские озера – прибрежные солёные или солоноватоводные замкнутые водоёмы соответствующего размера и глубины, населённые морской биотой. Все морские озера являются стратифицированными, многие – меромиктическими (придонная аноксия). Различают анхиалиновые озёра и морские изоляты [21, 22]. Морские озёра встречаются повсеместно и чаще [7]. Лучше всего изучены «медузовые» анхиалиновые озера карстовых побережий Палау, Индонезии и Средиземного моря [3, 4, 5, 6, 8, 9, 12, 18] и арктические «тресковые озера» — изоляты земли Баффина в Канаде [10, 11] и оз. Могильное на о. Кильдин в Баренцевом море [15, 1, 20, 2, 23, 26]. Оз. Могильное – единственное известное анхиалиновое озеро в Арктике. Считается, что геологический возраст всех этих озер не велик – голоцен [7].

С биогеографической точки зрения, морские озера являются островными местообитаниями, их можно уподобить островам океана в суше [13]. Изоляция озерных популяций относительно океанических может обеспечиваться: а) физической изоляцией (перемычки между озером и морем), б) изоляцией расстоянием (isolation by distance), в) экологической изоляцией (isolation by environment) [16, 24, 25]. Изоляция несет следующие популяционно-генетические последствия: 1) дрейф генов – снижение изменчивости в популяциях низкой эффективной численности; 2) естественный отбор как генетическая адаптация к специфическим условиям; 3) сохранение в озерах древних эволюционных линий. Эволюционный возраст таких линий больше времени существования самих морских озер. При некоторых сочетаниях отбора и дрейфа [14] можно ожидать видообразования – появления новых эволюционных линий. Эволюционный возраст видов, возникших in situ должен быть меньше времени существования морских озер.

Цель данного обзора – обобщить имеющиеся в литературе генетические данные о популяциях животных, обитающих в морских озерах.

Обсуждение результатов

На сегодняшний день опубликованы данные по отдельным представителям сообществ морских озёр. Сообщества полуизолированных лагун также становились объектами исследований, вследствие их промежуточного положения

по степени изоляции биоты. Литературные сведения мы дополняем собственными данными по озеру Могильному.

Результаты сведены в таблицу. В литературе есть два типа сравнений: а) когда по ядерным (яДНК) и (или) митохондриальным (Мт) сравниваются популяции морских озер и сопредельных районов моря (сравнения ОМ в таблице) либо б) между собой сравниваются популяции соседних озёр (ОО). Для ряда объектов генетических сравнений есть данные по морфологической дивергенции, выводы которых в терминах «таксономическая дивергенция» (есть или нет) приведены в отдельном столбце (Морф.). Приводятся выводы анализа структуры генофондов озерных популяций: о пониженной изменчивости (дрейф генов) и о наличии уникальных аллелей в озерах. Ситуация, когда уникальные аллели представляют «древние» филогенетические линии, чей возраст превышает возраст озер, определяется как «историческая дивергенция» (ИД). Эффект дрейфа генов выявляется практически у всех исследованных организмов. Историческая дивергенция – наиболее редкий случай генетической изменчивости у изолированных организмов и описан только у Aurelia aurita из озера Млет. Наличие уникальной изменчивости у озёрных форм является самым распространённым случаем.

Выводы

Знания о генетических особенностях обитателей морских озёр имеются обычно исключительно по «титульным обитателям». Мы провели генетическое исследование обитателей оз. Могильного и сравнили озёрные и морские популяции разных видов по «баркодинговым» (Мт) признакам. Согласно нашей гипотезе, популяции в озере Могильное существуют в условиях долгосрочной изоляции от морских популяций. Генетическая изменчивость в озёрных популяциях должна быть понижена из-за действия генетического дрейфа. Были получены данные [1] для ряда видов: *Centropages hamatus, Pseudocalanus acuspes, Pleopis polyphemoides, Mytilus edulis, Macoma balthica, Cyanea capillata, Gammarus duebeni, Pholis gunnelus* и *Gadus morhua* и *Echinorhynchus gadi* (паразит трески). Было выявлено, что особи из озёрных популяций характеризовались пониженной генетической изменчивостью по сравнению с морскими популяциями (за исключением *Centropages hamatus*). Преимущественно, для обитателей озера наблюдается уникальная изменчивость. Однако, вид *Podon leukartii* мономорфен как в озере, так и в море. Данные подтверждают, что зооценоз морского озера Могильного существует в условиях изоляции, а популяции представляют собой уникальные генофонды. Поскольку изученные животные представляют разные репродуктивные стратегии, жизненные формы и трофические уровни, мы заключаем, что макросообщество озера существует в условиях изоляции.

Таблица

Сравнение	Вид, регион, водоём	Макротаксон, эколо-	Морф.	Генетические маркеры	Структура генофонда

(REF)		гическая группа		яДНК	мтДНК	Дрейф генов	Уникальная изменчивость
ОМ, ОО [6, 5]	*Mastigias papua*, Микронезия, Палау, 6 озёр	Scyphozoa Макропланктон	T	-	COi (500 п.н.)	+	+
ОМ, ОО [9]	*Sphaeramia orbicularis*, Микронезия, Палау, 3 озера	Pisces, Нектон	?	-	CR (824 п.н.)	+	+
ОО [8]	*Brachidontes sp*., Микронезия, Палау, 9 озёр	Bivalvia, Макрозообентос	T	-	18S (1,709 п.н.)COi (555 п.н.)	+	+
ОМ, ОО [10]	*Gadus morhua*, Земля Баффина, 3 озера, частично изолированная лагуна	Pisces, Нектон	+	msat	-	+	+
ОМ [11]	*Gadus morhua*, Северная Атлантика, Земля Баффина, Озеро Касигиалиминик	Pisces, Нектон	+	-	Митогеномика	+	+
ОМ [18]	*Aurelia aurita*, Адриатика, озера Млет	Scyphozoa Макропланктон	+	ITS 1/5.8S rDNA (461 п.н.) 28S	16S (521 п.н.) COi (561 п.н)	?	ИД
ОМ [наши данные]	*Cyanea capillata*, Мурман, о. Кильдин, оз. Могильное	Scyphozoa Макропланктон	?	-	COi (611 п.н.)	+	+
ОМ [наши данные]	*Mytilus edulus*, Мурман, о. Кильдин, оз. Могильное	Bivalvia, Макрозообентос,	?	-	рестрикция COi CR 16s	+	+
ОМ [2,15,20,23.26]	Gadus morhua, Мурман, о. Кильдин, оз. Могильное	Pisces, Нектон	+ T	Msal Allo	COi (631 п.н.) ND2 (614 п.н.)	+	+
ОМ [наши данные]	*Podon* leuckartii, Мурман, о. Кильдин, оз. Могильное	Crustacea, Мезопланктон	?	-	COi (610 п.н.)	-	-
ОМ [наши данные]	*Echinorhynchus gadi*, Мурман, о. Кильдин, оз. Могильное	*Archiacanthocephala*, Паразит	?	-	COi (582 п.н.)	+	+
ОМ [наши данные]	*Centropages hamatus*, Мурман, о. Кильдин, оз. Могильное	*Crustacea*, Мезопланктон	?	-	COi (550 п.н)	+	+
ОМ [наши данные]	*Pleopis polyphemoides*, Мурман, о. Кильдин, оз. Могильное	*Crustacea*, Мезопланктон	?	-	COi (419 п.н)	+	+
ОМ [наши	*Pholis gunnellus*, Мурман, о. Кильдин, оз.	*Pisces*, Нектон	?	-	COi (666	+	+

данные]	Могильное				п.н)		
ОМ [наши данные]	*Gammarus duebeni*, Мурман, о. Кильдин, оз. Могильное	*Crustacea*, Макрозообентос	?	-	COi (560 п.н)	+	+
ОМ [наши данные]	*Pseudocalanus acuspes*, Мурман, о. Кильдин, оз. Могильное	*Crustacea*, Мезопланктон	?	-	COi (550 п.н)	+	+
ОМ [наши данные]	*Macoma calcarea*, Мурман, о. Кильдин, оз. Могильное	*Bivalvia*, Макрозообентос	?	-	COi (594 п.н)	+	+
ОО [12]	*Brachidontes sp.*, Папуа 6 озёр	*Bivalvia*, макрозообентос	+	ddRAD-seq	ddRAD-seq	+	+
ОО [12]	*Brachidontes sp.*, Индонезия, 1 озеро	*Bivalvia*, макрозообентос	+	ddRAD-seq	ddRAD-seq	+	+
ОМ, ОО [3]	*Suberites diversicolor*, Индонезия 7 озёр	*Porifera*, макрозообентос	?	28S (574 п.н.) 18S (689 п.н.)	COi (519 п.н,) CO2 (331 п.н.)	-	+
ОМ [17]	*Hippocampus erectus*, озеро Sweetings на о. Эльютера	*Pisces*, Нектон	+	S7 (р-ма) 535 п.н.	MT-CYB (630 п.н.)	?	?
ОО [19]	*Laeonereis culveri*, Бразилия. Бухта Гуанабара и 8 прибрежных лагун	*Annelida* Макрозообентос	+	-	COi (626 п.н) 16S (456 п.н)	+	+
ОО [19]	*Capitella nonatoi*, Бразилия. Бухта Гуанабара и 8 прибрежных лагун	*Annelida* Макрозообентос	+	-	COi (429 п.н) 16S (462 п.н)	+	+

Примечание: малиновый – уникальная изменчивость отсутствует, голубой – наблюдается уникальная изменчивость оранжевый – наблюдается историческая дивергенция

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта РГО 13/2018-Р.

Литература

[1] *Стрелков П.П.* и др. Острова океана. Могильное и другие морские озёра. / Материалы XX научного семинара «Чтения памяти К.М. Дерюгина». Санкт-Петербург. 2018. С. 58-71.

[2] *Andreev V. et al.* Long-term persistence and evolutionary divergence of a marine fish population with a very small effective population size (Kildin cod *Gadus morhua kildinensis*) // Marine Biology. 2015. No. 5 (162). P. 979-992.

[3] *Becking L.E. et al.* Phylogeography of the Sponge *Suberites diversicolor* in Indonesia: Insights into the Evolution of Marine Lake Populations. / PLoS ONE. 2013. No. 10 (8). P. e75996.

[4] *Becking L.E. et al*. Highly divergent mussel lineages in isolated Indonesian marine lakes // PeerJ. 2016. (4). P. e2496.

[5] *Dawson M.N.* Five new subspecies of *Mastigias* (Scyphozoa: Rhizostomeae: Mastigiidae) from marine lakes, Palau, Micronesia. / Journal of the Marine Biological Association of the UK. 2005. No. 3 (85). P. 679-694.
[6] *Dawson M.N., Hamner W.M.* Rapid evolutionary radiation of marine zooplankton in peripheral environments. 2005. No. 102 (26). P. 9235-9240.
[7] *Gillespie R.G., Clague D.A.* Encyclopedia of Islands / R.G. Gillespie, D.A. Clague, 1st ed., University of California Press, 2009.
[8] *Goto T.V., Tamate H.B., Hanzawa N.* Phylogenetic Characterization of Three Morphs of Mussels (Bivalvia, Mytilidae) Inhabiting Isolated Marine Environments in Palau Islands // Zoological Science. 2011. No. 8 (28). P. 568-579.
[9] *Gotoh R.O. et al.* Peripatric differentiation among adjacent marine lake and lagoon populations of a coastal fish, Sphaeramia orbicularis (Apogonidae, Perciformes, Teleostei) // Genes & Genetic Systems. 2009. No. 4 (84). P. 287-295.
[10] *Hardie D.C., Gillett R.M., Hutchings J.A.* The effects of isolation and colonization history on the genetic structure of marine-relict populations of Atlantic cod (*Gadus morhua*) in the Canadian Arctic // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2006. No. 8 (63). P. 1830-1839.
[11] *Lait L.A., Marshall H.D., Carr S.M.* Phylogeographic mitogenomics of Atlantic cod *Gadus morhua*: Variation in and among trans-Atlantic, trans-Laurentian, Northern cod, and landlocked fjord populations // Ecology and Evolution. 2018. No. 13 (8). P. 6420-6437.
[12] *Maas D.L. et al.* Rapid divergence of mussel populations despite incomplete barriers to dispersal // Molecular Ecology. 2018. No. 7 (27). P. 1556-1571.
[13] *MacArthur R.H., Wilson E.O.* The Theory of Island Biogeography / R.H. MacArthur, E.O. Wilson, Princeton University Press, 1967. 293 pp.
[14] *Mayr E.* Change of genetic environment and evolution // In: Huxley J., Hardy A.C., Ford E.B. (eds) Evolution as a process. Allen & Unwin, London. 1954. P. 157-180.
[15] *Novikov G.G. et al.* Some genetic parameters of Kildin cod *Gadus morhua kildinensis* (Gadidae, Gadiformes) // Journal of Ichthyology. 2006.No. 8 (46). P. 674-676.
[16] *Orsini L. et al.* Drivers of population genetic differentiation in the wild: isolation by dispersal limitation, isolation by adaptation and isolation by colonization // Molecular Ecology. 2013. No. 24 (22). P. 5983-5999.
[17] *Rose E., Masonjones H.D., Jones A.G.* A DNA-Based Assessment of the Phylogenetic Position of a Morphologically Distinct, Anchialine-Lake-Restricted Seahorse // Journal of Heredity. 2016. No. 6 (107). P. 553-558.
[18] *Schroth W. et al.* Speciation and phylogeography in the cosmopolitan marine moon jelly, *Aurelia sp.* // BMC Evolutionary Biology. 2002. Vol. 2 (1). 10 pp.
[19] *Seixas V.C., Paiva P.C., Russo C.A. de M.* Comparative population genetics and demographic history of two polychaete species suggest that coastal lagoon populations evolve under alternate regimes of gene flow // Marine Biology. 2018. No. 11. P. 165-179.
[20] *Stroganov A.N. et al.* Data on variation of microsatellite loci in Kildin cod *Gadus morhua kildinensis* (Gadidae) // Journal of Ichthyology. 2011. No. 7 (51). P. 500.
[21] *Stock J., Iliffe T., Williams D.* The concept «anchialine» reconsidered / J. H. Stock, T. Iliffe, D. Williams, 1986. 90 pp.

[22] *Strøm K.M.* Land-locked waters. Hydrography and bottom deposits in badly-ventilated Norwegian fjords with remarks upon sedimentation under anaerobic conditions / Skrifter utgitt av Det Norske Videnskaps-Akademi i Oslo I. Mat -Naturv Klasse. 1936. Vol. 7. 85 pp.
[23] *Teterina A.A., Zhivotovsky L.A.* Genomic testing of landlocked Kildin cod (*Gadus morhua kildinensis*) for its ancestral state: stationary or migratory ecotype? 2016. PeerJ Preprints 4:e2497v1. https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.2497v1.
[24] *Wang I.J., Summers K.* Genetic structure is correlated with phenotypic divergence rather than geographic isolation in the highly polymorphic strawberry poison-dart frog // Molecular Ecology. 2010. No. 3 (19). P. 447-458.
[25] *Wright S.* Isolation by distance // Genetics. 1943. No. 2 (28). P. 114-138.
[26] *Zhivotovsky L.A. et al.* Effects of genetic drift in a small population of Atlantic cod (*Gadus morhua kildinensis* Derjugin) landlocked in a meromictic lake: genetic variation and conservation measures // Conservation Genetics. 2016. No. 1 (17). P. 229-238.

S u m m a r y. The review is devoted to analysis of the current knowledge of isolated populations of marine lake organisms. An analysis of the gene pool of such populations showed a general pattern to reduce genetic variability in all studied taxa of fish and invertebrates.

ИЗМЕРЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ БАКТЕРИОХЛОРОФИЛЛОВ ПО СПЕКТРАМ ПОГЛОЩЕНИЯ ПРОБ ВОДЫ ИЗ МЕРОМИКТИЧЕСКИХ ВОДОЁМОВ, ОТДЕЛЯЮЩИХСЯ ОТ АКВАТОРИИ БЕЛОГО МОРЯ

П.С. Емельянцев*, А.А. Жильцова*, Е.Д. Краснова**,
Д.А. Воронов***, С.В. Пацаева*
**Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, emelyantsev97@mail.ru*
***Биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, e_d_krasnova@mail.ru*
****Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН и МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, da_voronov@mail.ru*

MEASUREMENT OF BACTERIOCHLOROPHYLL CONCENTRATION BY ABSORPTION SPECTRA IN WATER SAMPLES FROM MEROMICTIC WATER RESERVOIRS SEPARATED FROM THE WHITE SEA

P.S. Emelyancev*, A.A. Zhiltsova*, E.D. Krasnova**,
D.A. Voronov***, S.V. Patsaeva*
**Faculty of Physics of M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow*
***Biological Department of M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow*
****Kharkevich Institute for Information Transmission Problems, and M.V. Lomonosov Moscow State University, Russian Academy of Sciences, Moscow*

Аннотация. Работа посвящена разработке и апробации спектрального метода определения концентрации бактериохлорофиллов (Бхл) аноксигенных фототрофов, обитающих в анаэробной зоне меромиктических водоемов. Метод позволяет определять концентрации Бхл по спектрам поглощения проб воды, без экстрагирования пигментов.
Ключевые слова: спектроскопия, бактериохлорофилл, зеленые серные бактерии, отделяющиеся от моря озера, Белое море.

Введение

Спектральный анализ в настоящее время широко используется для диагностики фотосинтезирующих организмов. Однако спектральные свойства пигментов фототрофных бактерий, содержащих бактериохлорофиллы (Бхл), мало изучены относительно спектральных характеристик хлорофилла. Объектом исследования в данной работе являются зелёные серные бактерии (ЗСБ), фототрофы, обитающие в хемоклине меромиктических водоёмов, в анаэробной зоне. ЗСБ содержат фотосинтетические пигменты Бхл. В зависимости от содержания различных Бхл, ЗСБ делятся на две разновидности: зелёноокрашенные, содержащие Бхл *d*, и коричневоокрашенные, содержащие Бхл *e*. Концентрацию Бхл *d* и *e* можно с высокой степенью точности посчитать по эмпирической формуле Овермана-Тилзера [2], в которую входят значения оптической плотности на 651 и 663 нм в спектре поглощения в экстракте.

Метод измерения концентрации Бхл в экстрактах довольно проблематичен с технической точки зрения. Необходимо производить концентрирование клеток ЗСБ (центрифугирование или фильтрацию) для повышения концентрации пигментов. Затем нужно приготовить экстракт с использованием токсичных органических растворителей (ацетон и метанол). Экстракт необходимо хранить в холодном и тёмном месте, поскольку яркий свет разрушителен для Бхл. В конце концов, экстракты желательно ещё раз центрифугировать, чтобы избавиться от рассеивающих частиц, а только потом измерять спектры поглощения. Однако новый метод определения концентрации Бхл по спектрам поглощения в воде, разработанный на физическом факультете МГУ, значительно упрощает эту процедуру. Метод позволяет построить профили распределения концентраций Бхл по глубине в исследуемых озёрах без экстрагирования пигментов растворителем, с измерением спектров поглощения непосредственно на пробах воды.

Объекты и методы

При разработке метода качестве образцов выбраны пробы воды, отобранные в марте 2018 г. с различной глубины из трех меромиктических водоёмов: Лагуны на Зелёном мысе, оз. Большие Хрусломены и оз. Трёхцветного, содержащие зелёноокрашенные и коричневоокрашенные ЗСБ. Для последующей апробации метода и построения профилей распределения концентраций Бхл по глубине были использованы пробы из тех же водоёмов, отобранные дополнительно в марте и сентябре 2018 г., а также из оз. Елового. Также для испытания метода были использованы отфильтрованные пробы, отобранные из оз. Могильного в июле, августе и октябре 2018 г. Спектры поглощения измеряли с помощью спектрофотометра Solar PV1251. Примеры спектров поглощения в воде и в ацетон-метаноловых экстрактах приведены на рисунках 1-2.

Обсуждение результатов

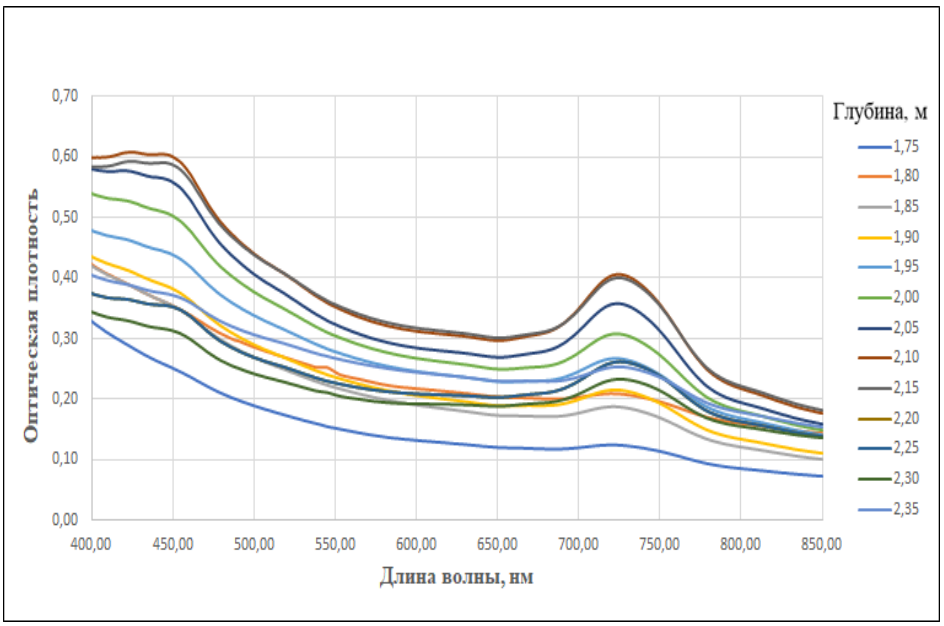


Рис. 1. Спектры поглощения проб воды из оз. Трехцветного (отбор проб многошприцевым пробоотборником с различной глубины, март 2018 г.).

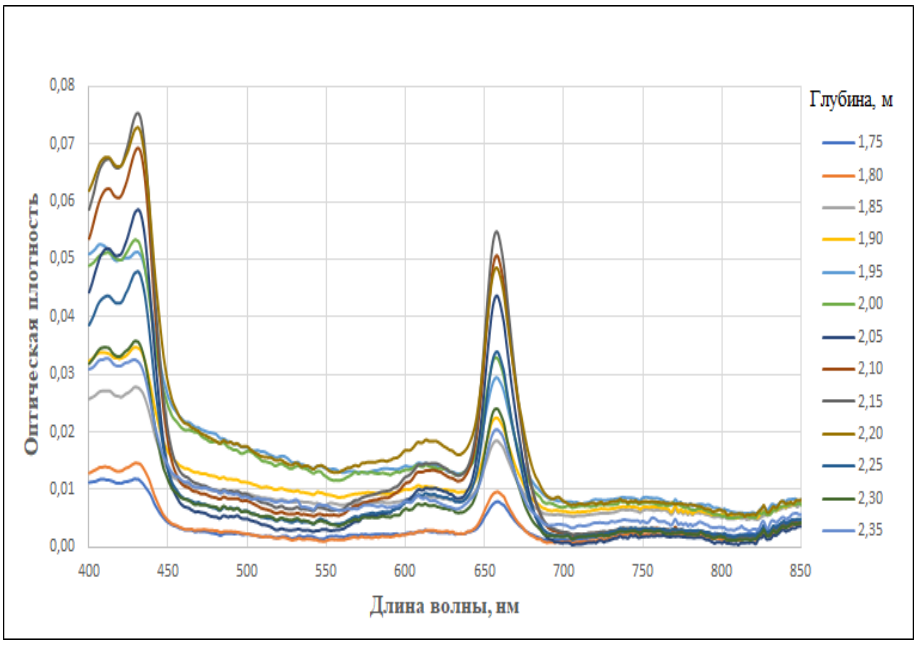


Рис. 2. Спектры поглощения экстрактов проб воды из оз. Трехцветное (отбор проб многошприцевым пробоотборником, март 2018 г.).

Традиционно суммарную концентрацию хлоросомных Бхл *d* и *e* рассчитывают по эмпирической формуле Овермана-Тилзера [2], в которую входят значения оптической плотности на 651 и 663 нм в спектре поглощения пигментов в экстракте. Новый метод [1] позволяет определять концентрацию Бхл непосредственно по спектрам поглощения клеток бактерий в воде по площади под длинноволновым пиком поглощения. В качестве первого приближения был выбран интервал длин волн от 650 до 800 нм и аппроксимация «пьедестала» под пиком поглощения в виде трапеции. Другие способы аппроксимации «пье-

дестала» не показали преимущества по сравнению с прямоугольной трапецией. Метод проиллюстрирован на рисунке 3.

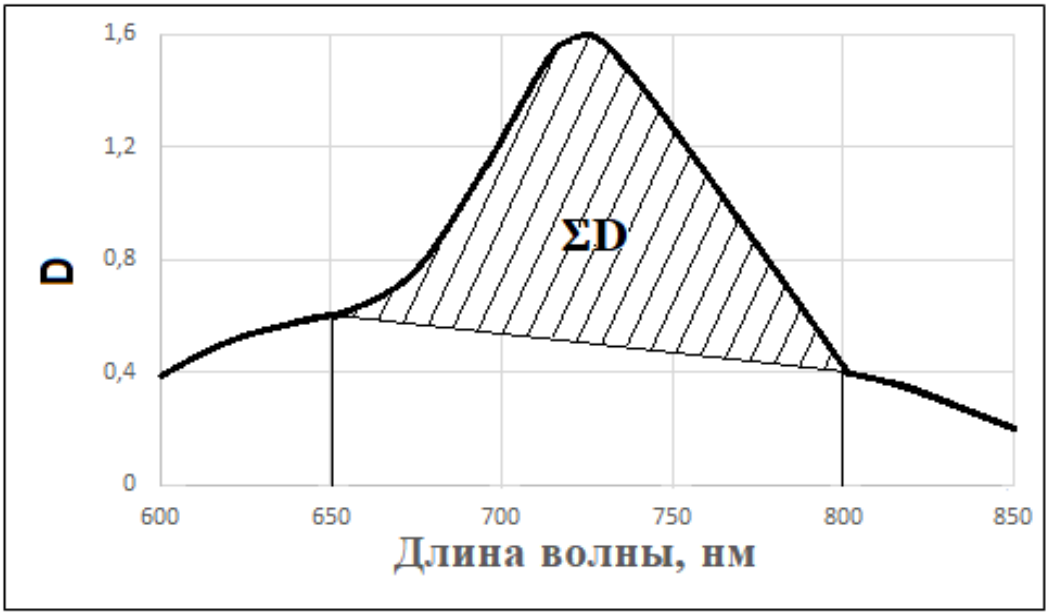


Рис. 3. Иллюстрация метода определения площади ∑D под длинноволновым пиком поглощения Бхл в воде.

При этом получилась хорошая линейная зависимость между площадью ∑D под длинноволновым пиком в спектре поглощения в воде и концентрацией Бхл, рассчитанной по формуле Овермана-Тилзера [2], для всех серий проб воды (из разных водоемов и в разные сезоны), но с разными коэффициентами наклона графиков K для разных серий. Пример такой корреляции для одной из серий проб изображен на рисунке 4.

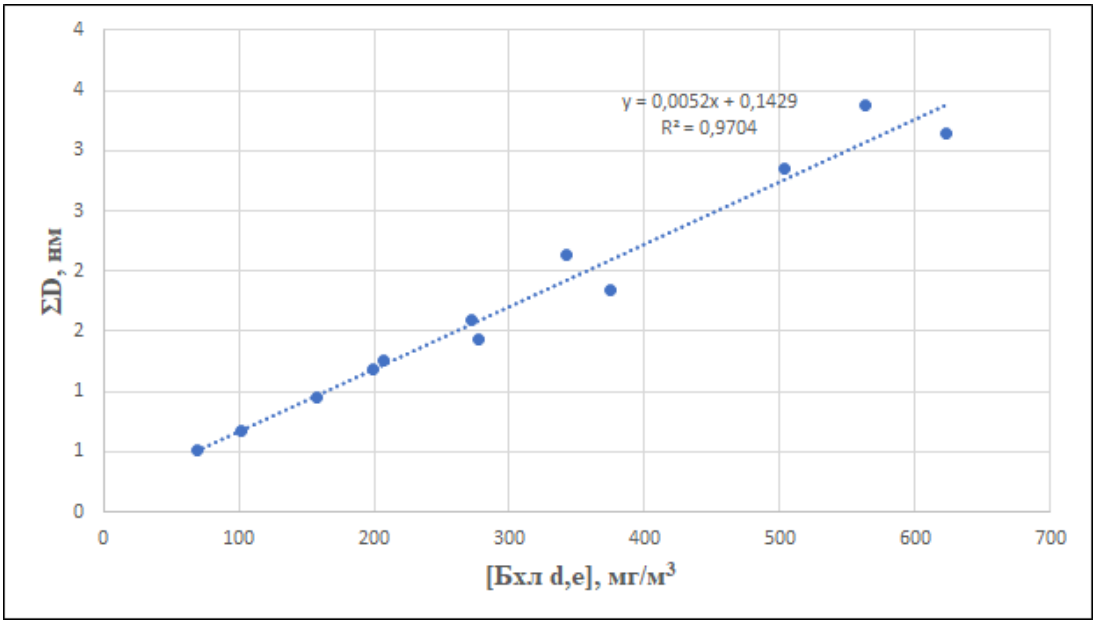


Рис. 4. Корреляция между площадью под длинноволновым пиком поглощения в воде и концентрацией Бхл, рассчитанной по формуле Овермана-Тилзера для экстрактов. Данные для оз. Трехцветного (отбор проб многошприцевым пробоотборником, март 2018 г.).

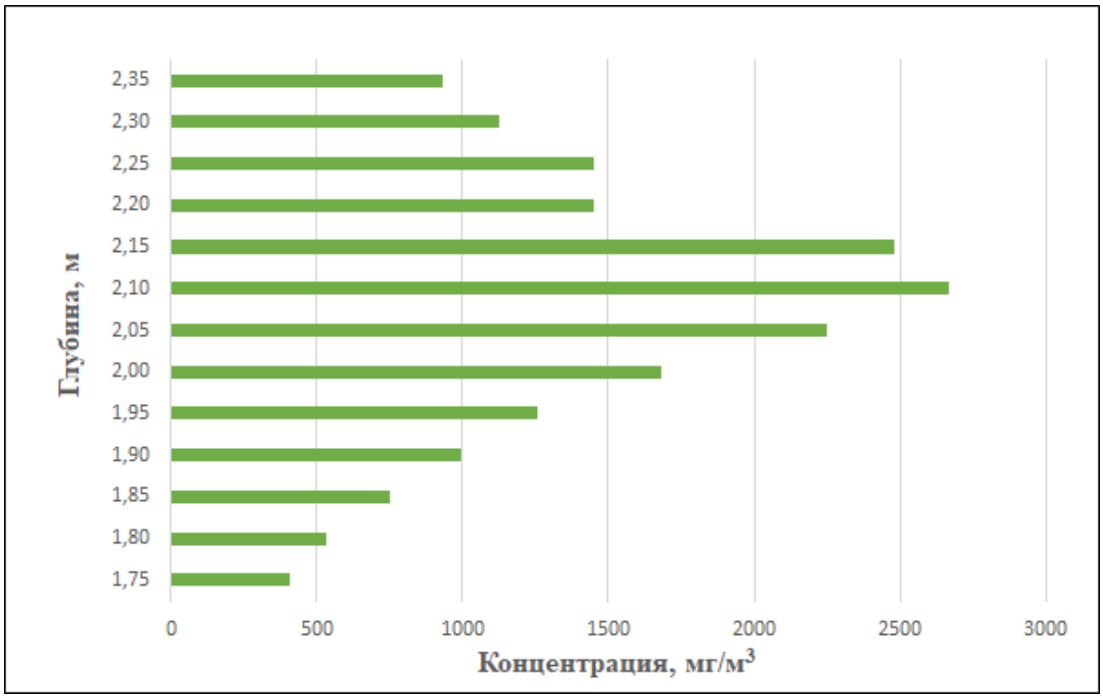


Рис. 5. Профиль распределения концентрации Бхл по глубине в оз. Трехцветном (отбор проб многошприцевым пробоотборником, март 2018 г.).

Результаты и выводы

В результате работы был уточнен метод определения концентрации хлоросомных бактериохлорофиллов в природной воде методом спектроскопии поглощения, без экстрагирования пигментов. Была проведена апробация нового метода, с его помощью рассчитаны концентрации Бхл в пробах, отобранных во время экспедиций в марте и сентябре 2018 г., и построены вертикальные профили концентрации фотосинтетических пигментов бактерий во всех изученных водоемах. Пример такого профиля распределения изображен на рисунке 5.

Благодарности

Работа поддержана РФФИ (грант№19-05-00377).

Литература

[1] *Kharcheva A., Zhiltsova A., Emelyantsev P., Lunina O., Krasnova E., Voronov D., Savvichev A., Patsaeva S.* Spectrophotometric quantification of chlorosomal bacteriochlorophyll in intact cells of green sulphur bacteria: monocultures and natural water EARSeL eProceedings. 17(1): 7-15, 2018.

[2] *Overmann J., Tilzer M.M.* Control of primary productivity and the significance of photosynthetic bacteria in a meromictic kettle lake Mittlerer Buchensee, West-Germany. / Aquatic Sciences 1989. V. 51. P. 4. Pp. 261-278.

S u m m a r y. The work is devoted to the development and testing of a spectral method for determining the concentration of bacteriochlorophylls (Bchl) of anoxygenic phototrophs living in the anaerobic zone of meromictic reservoirs. The method allows determining the concentration of Bchl on the absorption spectra of water samples, without extracting pigments.

ТОНКАЯ СТРУКТУРА БАКТЕРИАЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ ПО ДАННЫМ ОПТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ В ОЗ. ТРЁХЦВЕТНОМ В МАРТЕ 2019 Г.

А.А. Жильцова*, Д.А. Воронов**, Е.Д. Краснова****,
Е.А. Вахрамеева***, Н.М. Кокрятская***, Г.Н. Лосюк***,
П.С. Емельянцев*, Д.А. Харитонов*, С.В. Пацаева*

**МГУ им. М.В. Ломоносова, физический факультет, Москва, a.a.zhiltsova@gmail.com; spatsaeva@mail.ru*

***Ин-т проблем передачи информации имени А.А. Харкевича РАН; НИИ физ.-хим. биологии им. А.Н. Белозерского МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, da_voronov@mail.ru*

**** Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. академика Н.П. Лаверова РАН, г. Архангельск, glosyuk@yandex.ru, kokr@yandex.ru*

***** Биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, e_d_krasnova@mail.ru*

THIN STRUCTURE OF BACTERIAL PLATE ACCORDING TO THE OPTICAL MEASUREMENTS IN TREKHTZVETNOE LAKE IN MARCH 2019

A.A. Zhiltsova*, D.A. Voronov**, E.D. Krasnova***, E.A. Vakhrameeva***,
N.M. Kokryatskaya***, G.N. Losuyk***, P.S. Emelyancev*, D.A. Kharitonov*,
S.V. Patsaeva*,

**Department of Physics, Lomonosov Moscow State University, Moscow*

***Kharkevich Institute for Information Transmission Problems, Russian Academy of Sciences, Belozersky Institute of Physico-Chemical Biology of Lomonosov Moscow State University, Moscow*

****N. Laverov Federal Center of Integrated Arctic Research, Arkhangelsk*

*****Department of Biology, Lomonosov Moscow State University, Moscow*

Аннотация. Из хемоклина меромиктического оз. Трехцветного (Кандалакшский залив Белого моря) в марте 2019 г. с помощью многошприцевого пробоотборника отобраны пробы воды с интервалом 2,5 см по глубине начиная с 2 м. Впервые для прибрежных меромиктических водоемов Беломорского региона измерена концентрация сероводорода в воде с таким разрешением по глубине; на протяжении 30 см она варьировала на два порядка – от 1,2 до 120 мг/л. На основании спектрально-оптических характеристик природной воды и ацетон-метаноловых экстрактов получено распределение по глубине концентрации бактериохлорофилла (Бхл) в клетках бактерий и интенсивности его флуоресценции. Толщина бактериальной пластины, определяемая как разность глубин с половинной концентрацией от максимального значения, составила 7,5 см. Выявлены заметные различия тушения флуоресценции Бхл в верхней и нижней части бактериальной пластины, обусловленные различием в концентрации сероводорода.

Ключевые слова: аноксигенные фототрофные бактерии, зеленые серобактерии, флуоресценция, бактериохлорофилл, сероводород, Белое море.

Введение

Во многих прибрежных меромиктических водоемах, которые образовались в результате отделения от Белого моря, на границе кислородного и сероводородного слоев возникает благоприятное место обитания для аноксигенных фототрофных микроорганизмов. Отличительной чертой изучаемых нами водоемов, расположенных в окрестностях Беломорской биостанции МГУ им. М.В. Ломоносова, является высокая концентрация сероводорода в придонных слоях [8] и наличие в области хемоклина тонкого цветного слоя («бактериальной пластины») с массовым развитием зеленых серных бактерий [5, 6, 7], которые используют при фотосинтезе сероводород, поступающий снизу из анаэроб-

ной водной массы. Первичная продукция аноксигенного фотосинтеза в таких водоемах существенно превышает таковую от оксигенного, выполняемого фитопланктоном в аэробной зоне [1, 4]. Спектральный анализ образцов, содержащих фотосинтетические пигменты бактерий, делает возможным наблюдение за состоянием аноксигенных микроорганизмов и влиянием на них внешних факторов.

Для отбора проб с разной глубины обычно мы используется погружной насос [2, 3], позволяющий отбирать пробы воды с дискретностью по глубине 5-10 см. Однако для изучения вертикального распределения микроорганизмов внутри зоны с наибольшими градиентами численности клеток такое разрешение недостаточно. Поэтому в данной работе была поставлена задача отбора проб из оз. Трехцветного с разрешением по глубине 2,5 см и их последующий анализ.

Объекты и методы

Меромиктическое оз. Трехцветное (66°35,53′N, 32°59,97′E) расположено в Пеккелинской губе, входящей в состав Ругозерской губы Кандалакшского залива Белого моря, в 12 км от Беломорской биологической станции МГУ. Его размеры: площадь – 3,2 га, средняя глубина 1-1,5 м, максимальная глубина 7,5 м. Озеро названо Трехцветным из-за различных по цвету слоев воды: пресный поверхностный слой – бурый за счет гуминовых веществ, средний солоноватый слой – изумрудно-зеленый в результате развития зеленых серобактерий, нижний еще более соленый слой – желтый вследствие присутствия полисульфидов. Озеро образовалось на месте древнего морского залива, отгороженного от моря островом, который в ходе поднятия берега присоединился к материку. Площадь водосборного бассейна в 20 раз превышает площадь самого озера, сток с водосбора собирается вблизи поверхности озера и формирует пресный слой глубиной 1,5-1,7 м [2, 3]. Озеро изолировано от моря; в летнее время уровень воды в нем на 1,20-1,26 м выше уровня моря, зимой абсолютная отметка поверхности льда 1,25 м.

В ходе экспедиции в марте 2019 г. из оз. Трехцветного отобраны пробы воды с интервалом 2,5 см в диапазоне глубин 2,0-2,3 м с помощью оригинального пробоотборника, сконструированного Д.А Вороновым. Пробоотборник состоит из металлической рамы, в которой закреплены 13 шприцов объемом 5 мл таким образом, чтобы входные отверстия находились на расстоянии 2,5 см друг от друга по глубине. Пробоотборник опускается под воду в строго вертикальном положении. Раскрытие шприцов обеспечивается гидравлическим приводом к двум краевым шприцам, к носикам которых прикреплены тонкие трубки, заполненные водой. При надавливании на поршни внешних шприцов давление через трубки передается внутрь цилиндров краевых шприцов пробоотборника, погруженного под воду, что создает усилие для раскрытия пустых шприцов, которые таким образом захватывают воду в 13 шприцов из слоя протяженностью 30 см по глубине. Установка с заполненными шприцами поднимается из воды, носики вынутых из рамы

шприцов немедленно закрываются запаянными крышечками, чтобы сохранить анаэробные условия внутри шприцов.

Определение растворенного сероводорода осуществлялось стандартным фотометрическим методом фотометрическим методом по РД 52.24.450-2010 на фотометре Эксперт 003.

Спектры оптической плотности регистрировали на спектрофотометре Solar PB2201, спектры испускания флуоресценции измеряли с помощью флуориметра Solar CM2203. Для получения экстрактов проб воды с зелеными серными бактериями к 1 мл пробы воды добавляли 4 мл смеси ацетона с метанолом (7:2). Концентрация Бхл *d* (мг/л) рассчитывалась по спектрам поглощения экстрактов, приготовленных из проб воды с разной глубины, по формуле [9].

Обсуждение результатов

Присутствие сероводорода зафиксировано в оз. Трехцветном в марте 2019 г. начиная с глубины 1,9 м. Благодаря отбору проб воды с помощью многошприцевого пробоотборника и последующему их спектральному анализу изучена тонкая стратификация слоев воды, содержащих зеленые серные бактерии – интенсивность флуоресценции Бхл зеленых серных бактерий, концентрация Бхл в пробах и концентрация сероводорода в воде на различной глубине. Получено, что на протяжении 30 см концентрация сероводорода изменялась на два порядка – от 1,2 до 120 мг/л. Максимальная концентрация Бхл наблюдалась на глубине 2,175 м и была равна 5000 мг/м^3. Распределение концентрации пигмента по глубине в окрестностях максимума было почти симметричным. Толщина бактериальной пластины, определяемая как разность глубин с половинной концентрацией от максимального значения, была равна 7,5 см.

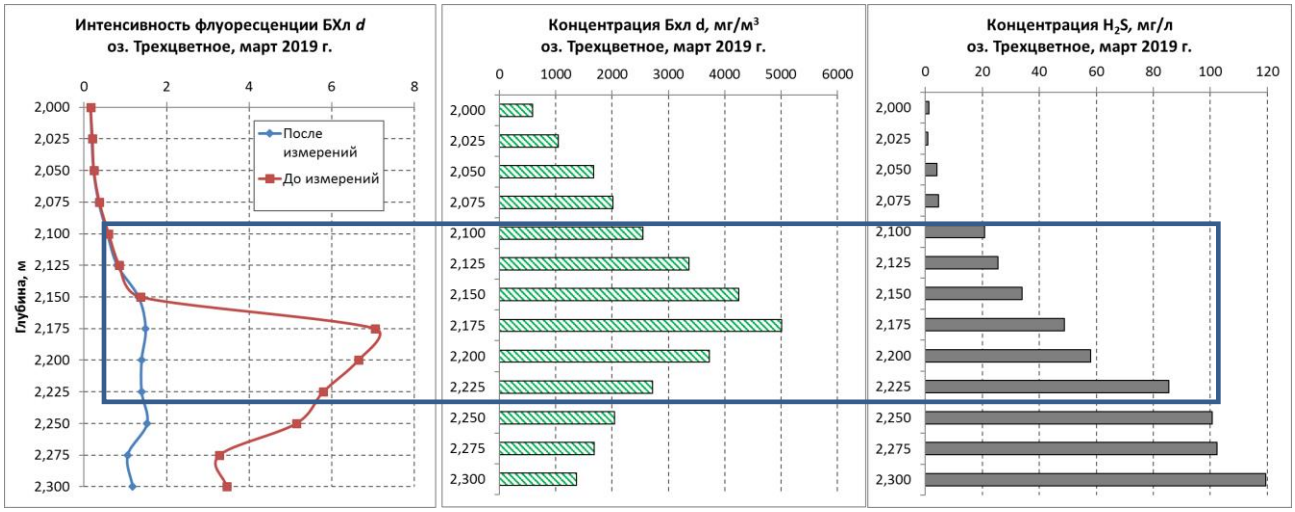


Рис. 1. Профили интенсивности флуоресценции Бхл d (до и после облучения пробы), концентрации Бхл d и концентрации сероводорода в оз. Трехцветное в марте 2019 г.

В пробах с максимальной концентрацией пигмента интенсивность флуоресценции Бхл в клетках зеленых серобактерий также была максимальной. Однако распределение по глубине интенсивности флуоресценции Бхл разительным образом отличалось от распределения концентрации пигмента: выше слоя с максимумом Бхл наблюдалось тушение флуоресценции Бхл. Ниже слоя с

максимумом Бхл сероводород в концентрации более 50 мг/л служил «консервантом» и тушение флуоресценции Бхл в клетках, предварительно адаптированных к темноте, не наблюдалось.

Спектры испускания флуоресценции при длине волны возбуждающего света 440 нм регистрировали дважды – в начале цикла измерений и после облучения в течение 30 минут (на рисунке 1 соответствующие интенсивности в спектре испускания Бхл обозначены как «до измерений» и «после измерений»). Было отмечено, что после облучения видимым светом образца воды с аноксигенными фототрофными бактериями интенсивность флуоресценции Бхл может заметно уменьшаться. Сильное уменьшение флуоресценции происходит в слое воды с максимальной концентрацией пигмента и прилегающих снизу слоях. Однако над областью с максимальной концентрацией Бхл в воде с концентрацией сероводорода до 40 мг/л заметных различий в интенсивности флуоресценции Бхл до и после облучения не происходит. Такое различие в реакции фотосинтетического аппарата бактерий на облучение видимым светом можно использовать как дополнительный идентификационный признак различного физиологического состояния клеток бактерий в водной среде с различной концентрацией сероводорода.

Выводы

С помощью многошприцевого пробоотборника из оз. Трехцветного в марте 2019 г. отобраны пробы воды с интервалом 2,5 см по глубине. В пробах измерена концентрация сероводорода, впервые с таким разрешением по глубине в отделяющемся от Белого моря водоеме. На основании спектрально-оптических характеристик природной воды и ацетон-метаноловых экстрактов получены распределение по глубине концентрации Бхл аноксигенных бактерий и интенсивности его флуоресценции. Выявлены заметные различия тушения флуоресценции Бхл в верхней и нижней части бактериальной пластины, обусловленные различием в концентрации сероводорода, а также различная реакция фотосинтетического аппарата бактерий на облучение видимым светом, регистрируемая по уровню сигнала флуоресценции Бхл.

Благодарности

Работа поддержана грантом РФФИ №19-05-00377 и фондом развития теоретической физики и математики «БАЗИС».

Литература

[1] *Иванов М.В., Русанов И.И., Пименов Н.В., Байрамов И.Т., Юсупов С.К., Саввичев А.С., Леин А.Ю., Сапожников В.В*. Микробные процессы цикла углерода и серы в озере Могильном. / Микробиология. 2001. Т. 70. № 5. С. 675-686.

[2] *Краснова Е.Д., Воронов Д.А., Демиденко Н.А., Кокрятская Н.М. и др*. К инвентаризации реликтовых водоемов, отделяющихся от Белого моря. / Комплексные исследования Бабьего моря, полу-изолированной беломорской лагуны: геология, гидрология, биота – изменения на фоне трансгрессии берегов. Труды Беломорской биостанции МГУ. 2016. Т. 12. М.: Т-во научных изданий КМК. С. 211-241.

[3] *Краснова Е.Д., Демиденко Н.А., Пантюлин А.Н., Фролова Н.Л., Ефимова Л.Е., Широкова В.А*. Термический и ледовый режимы реликтовых водоемов, отделяющихся от Белого моря. / В сб.: Динамика и термика рек, водохранилищ и прибрежной зоны морей труды VIII Международной научно-практической конференции: в 2 томах. – М.: Российский университет дружбы народов, 2014. С. 430-443.
[4] *Саввичев А.С., Лунина О.Н., Русанов И.И., Захарова Е.Е., Веслополова Е.Ф., Иванов М.В*. Микробиологические и изотопно-геохимические исследования озера Кисло-Сладкое – меромиктического водоема в Кандалакшском заливе Белого моря. / Микробиология. 2014. Т. 83. № 2. С. 191-203.
[5] *Харчева А.В., Жильцова А.А., Лунина О.Н*. и др. Флуоресценция бактериохлорофиллов зеленых серных бактерий в анаэробной зоне двух природных водоемов. // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика, астрономия. 2018. № 4. С. 40-45.
[6] *Kharcheva A.V., Krasnova E.D., Gorlenko V.M., Lunina O.N., Savvichev A.S., Voronov D.A., Zhiltsova A.A., Patsaeva S.V*. Depth profiles of spectral and hydrological characteristics of water and their relation to abundances of green sulfur bacteria in the stratified lakes of the White Sea. / Proceedings of SPIE – The International Society for Optical Engineering. 2016. 9917:99170Q–1–99170Q–16.
[7] *Krasnova E.D., Kharcheva A.V., Milyutina I.A., Voronov D.A., Patsaeva S.V*. Study of microbial communities in redox zone of meromictic lakes isolated from the White Sea using spectral and molecular methods. / Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 2015. Vol. 95. № 8. Pp. 1579-1590.
[8] *Losyuk G., Kokryatskaya N., Krasnova E*. Formation of hydrogen sulfide in isolated basins at the Karelian of the White Sea coast. / EARSeL eProceedings. 2015. Vol. 14. Pp. 49-54.
[9] *Overmann J., Tilzer M.M*. Control of primary productivity and the significance of photosynthetic bacteria in a meromictic kettle lake Mittlerer Buchensee, West-Germany. / Aquatic Sciences. 1989. Vol. 51. P. 261-278.

S u m m a r y. In March 2019 water samples from the lake Trekhtzvetnoe (Kandalaksha Bay of the White Sea) in were collected using a multi-syringe sampler with an interval of 2.5 cm from the depth of 2 m and lower. The concentration of hydrogen sulfide was measured with such detailed depth resolution for the first time in the separating from the White Sea water bodies; it changed by two orders of magnitude, from 1.2 to 120 mg/l, over 30 cm. Based on the spectral-optical characteristics of natural water and acetone-methanol extracts, the depth distributions of bacteriochlorophyll (BChl) fluorescence intensity and its concentration were obtained. The thickness of the bacterial plate, defined as the difference in depth for the layers with the concentration equals half of the maximum value, was 7.5 cm. Significant differences in quenching of BChl fluorescence in the upper and lower parts of the bacterial plate, caused by differences in the hydrogen sulfide concentration, were revealed.

ИЗУЧЕНИЕ МЕРОМИКТИЧЕСКИХ ОЗЕР КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ ПО СПЕКТРАМ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ БАКТЕРИОХЛОРОФИЛЛА

А.А. Жильцова*, Д.А. Воронов**, Н.М. Кокрятская***,
Е.Д. Краснова****, Г.Н. Лосюк***, С.В. Пацаева*

**МГУ им. М.В. Ломоносова, физический факультет, Москва, a.a.zhiltsova@gmail.com; spatsaeva@mail.ru*

***Ин-т проблем передачи информации имени А.А. Харкевича РАН; НИИ физико-химической биологии им. А.Н. Белозерского МГУ, Москва, da_voronov@mail.ru*

****ФГБУН Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. академика Н.П. Лаверова РАН, Архангельск, nkokr@yandex.ru*

*****Биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, e_d_krasnova@mail.ru*

THE STUDY OF MEROMICTIC LAKES (KANDALAKSHA BAY OF THE WHITE SEA) USING BACTERICHLOROPHYLL FLUORESCENCE

A.A. Zhiltsova*, D.A. Voronov**, N.M. Kokryatskaya***, E.D. Krasnova***,
G.N. Losuyk***, S.V. Patsaeva*,

**Department of Physics, Moscow State University, Moscow*

***Kharkevich Institute for Information Transmission Problems, Russian Academy of Sciences, Belozersky Institute of Physico-Chemical Biology, Moscow State University, Moscow*

****N. Laverov Federal Center of Integrated Arctic Research, Arkhangelsk*

*****Department of Biology, Moscow State University, Moscow*

Аннотация. Отличительной чертой стратифицированных водоемов Белого моря является наличие тонких цветных слоев в области хемоклина, появляющихся в результате массового развития аноксигенных фототрофных бактерий. Оптические методы исследования проб воды, примененные в данной работе, позволяют получить информацию о структуре водоема, биологических популяциях, находящихся в нем, а также производить мониторинг межсезонных изменений непосредственно внутри озера.

Ключевые слова: аноксигенные фототрофные бактерии, зеленые серобактерии, флуоресценция, поглощение, бактериохлорофилл, Белое море.

Введение

Изменения земной коры на протяжении столетий в районе Кандалакшского залива Белого моря привели к образованию уникальных объектов природы – стратифицированных водоемов, обладающих гидрохимическими и гидробиологическими особенностями [6, 2]. Общей отличительной чертой таких озер является устойчивое расслоение толщи воды на поверхностный опресненный, средний соленый и придонный анаэробный слои, которое объясняется наличием градиентов температуры, кислорода и солености в водоеме [2]. Накопленная в донных отложениях озер органика и повышающаяся с глубиной концентрация солей стимулирует процесс бактериальной сульфатредукции, что приводит к появлению сероводорода в придонной воде. На границе кислородного и сероводородного слоев образуется благоприятное место обитания для аноксигенных фототрофных микроорганизмов – зеленых серных бактерий (ЗСБ), самых древних фотосинтезирующих микроорганизмов, существующих в настоящее время [3]. Оптические свойства бактериохлорофиллов (Бхл), фотосинтетических пигментов ЗСБ, пока мало изучены для природных микробных сообществ, однако могут служить индикато-

рами изменения условий обитания в водоеме и внести вклад в изучение процессов саморегуляции и устойчивости меромиктических озер. Стоит отметить, что образование отделяющихся водоемов происходит и в настоящее время, благодаря продолжающемуся поднятию береговой линии Белого моря со средней скоростью около 4 мм в год [4], что делает задачу изучения динамики данных водных систем наиболее актуальной. В работе представлены результаты гидрохимического и спектрального исследования проб воды, проведенного в марте и сентябре 2018 г., из отделяющихся озер Кандалакшского залива Белого моря: оз. Трехцветного и оз. Большие Хрусломены.

Объекты и методы

В ходе зимней и осенней экспедиций 2018 г. с помощью погружаемого насоса и многошприцевого батометра были отобраны образцы воды с разных глубин озера Трехцветного и озера Большие Хрусломены. Гидрохимические параметры воды регистрировались с помощью кондуктометра WTW Cond 315i, оксиметра Марк 302 Э, Eh-метра WaterLiner WMM-73 непосредственно на озере. Спектры оптической плотности образцов получали на спектрофотометре Solar PB2201, спектры испускания флуоресценции регистрировали в лабораторных условиях на флуориметре Solar CM2203 с длиной волны возбуждающего света равной 440 нм. Концентрация сероводорода определена сотрудниками ФГБУН Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики РАН.

Спектры поглощения проб воды регистрировали по отношению к дистиллированной воде, спектры поглощения ацетон-метаноловых экстрактов – по отношению к смеси ацетон-метанол-вода. Для получения экстрактов проб воды с зелеными серными бактериями к 1 мл пробы воды добавляли 4 мл смеси ацетона с метанолом (7:2). Суммарная концентрация Бхл *d* и *e* (мг/л) рассчитывалась исходя из спектров поглощения экстрактов проб воды с разной глубины по формуле [7].

Обсуждение результатов

В сентябре 2018 г. в обоих озерах обнаружено, характерное для отделяющихся водоемов [2], скачкообразное явление повышения температуры на глубине 2-3 м (рис. 1а и 1б). Аккумуляция тепла происходит непосредственно под опресненным слоем, на глубине резкого повышения солености (рис. 2в и 2г).

Присутствие сероводорода в водоемах было зафиксировано начиная с глубины 2 м в оз. Трехцветное и с 4 м в оз. Большие Хрусломены. По сравнению с данными прошлых лет, концентрация сероводорода в озерах постепенно повышается [1]. В марте 2018 г. концентрация сероводорода в придонных слоях оз. Трехцветного достигала рекордного значения 957 мг/л (рис. 2а). Для сравнения: в Черном море максимальный уровень сероводорода считается равным 9,6 мг/л [1].

По значениям окислительно-восстановительного потенциала Eh было определена граница кислородной и бескислородной зоны. В летнее время в каждом из озер она находилась на 40-60 см ниже, чем в зимнее время (рис. 3).

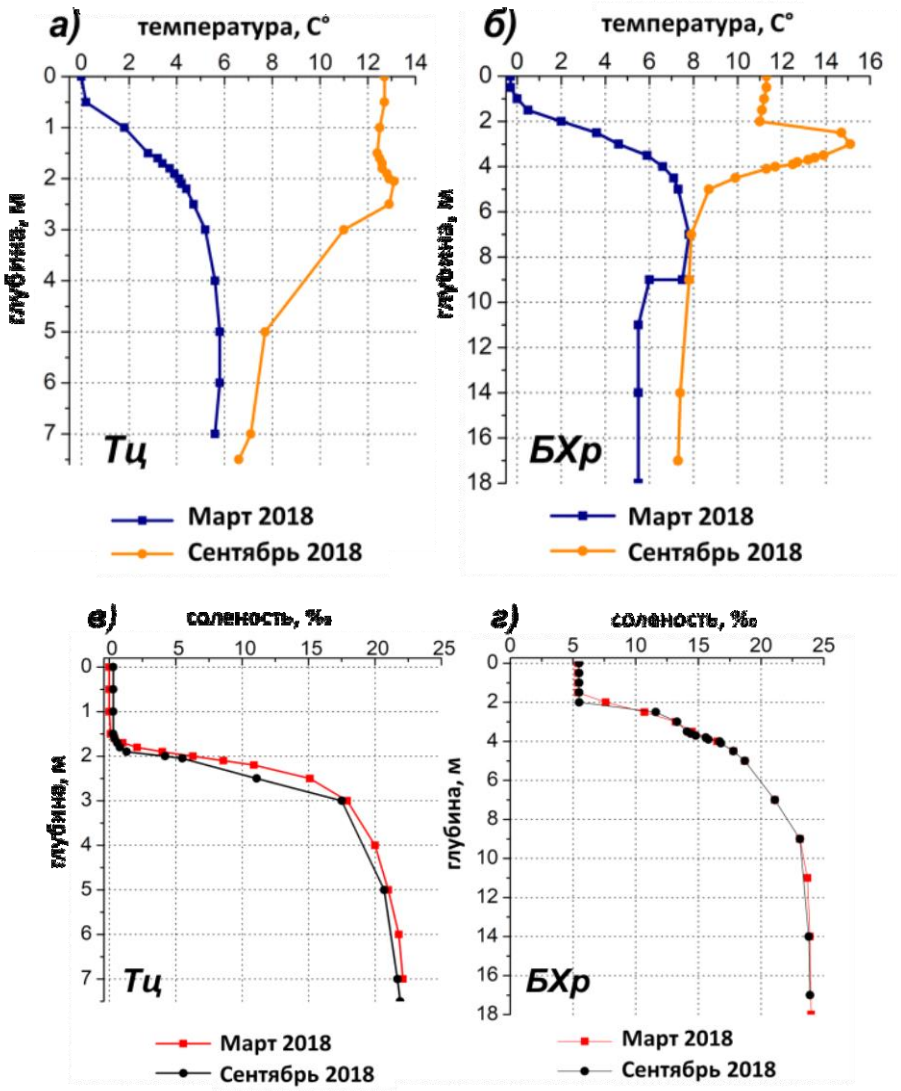


Рис. 1. Профили температуры и солености в оз. Трехцветное (Тц) и оз. Большие Хрусломены (БХр) в марте и сентябре 2018 г.

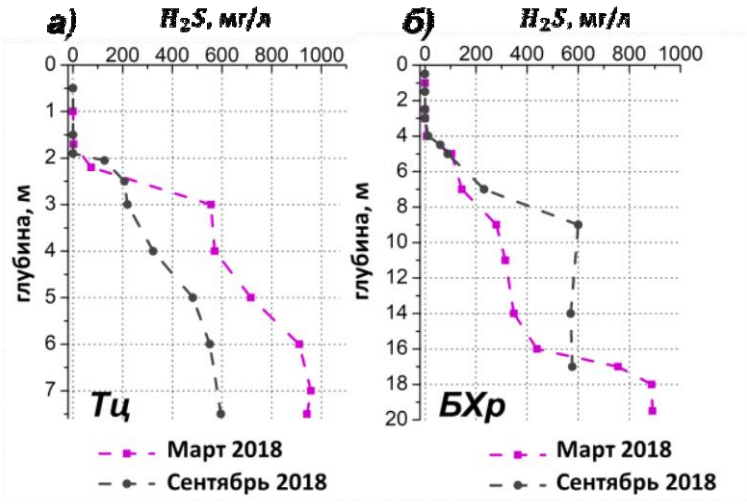


Рис. 2. Распределение концентрации сероводорода по глубине в оз. Трехцветное (Тц) и оз. Большие Хрусломены (БХр) в марте и сентябре 2018 г.

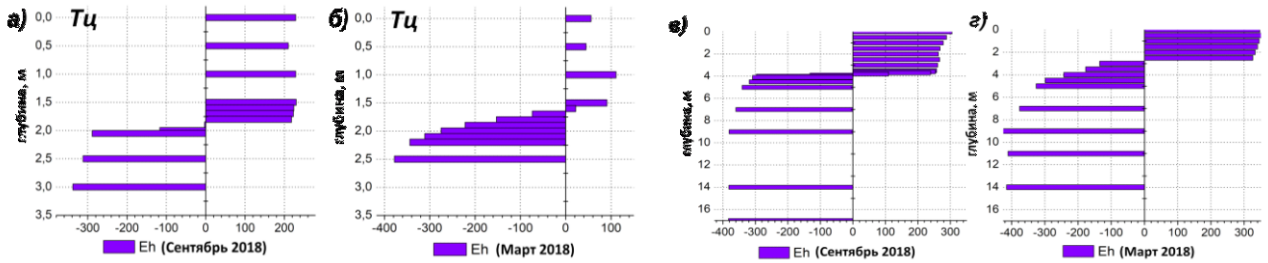


Рис. 3. Распределение показателя Eh по глубине в оз. Трехцветное (Тц) и оз. Большие Хрусломены (БХр) в марте и сентябре 2018 г.

Благодаря отбору проб воды с помощью многошприцевого батометра и последующему их спектральному анализу была получена тонкая стратификация слоев воды, содержащих зеленые серные бактерии. В марте слой с аноксигенными фототрофами был значительно шире и содержал меньшее количество пигментов, исходя из рассчитанной концентрации Бхл, чем в сентябре. Обнаружено частичное несовпадение максимумов концентрации пигментов и интенсивности флуоресценции. В оз. Трехцветном максимум интенсивности флуоресценции Бхл по глубине находился на 2,5 см ниже горизонта с максимальной концентрацией пигмента, измеренной по спектрам поглощения экстрактов водных проб. Подобные расхождения глубины слоя с максимальной флуоресценцией и максимальной концентрацией Бхл наблюдались ранее для оз. Трехцветного и оз. Елового в июле 2016 г. [5]. На основе данного расхождения было выдвинуто предположение о тушении флуоресценции Бхл в клетках ЗСБ в присутствии кислорода в верхней части хемоклина.

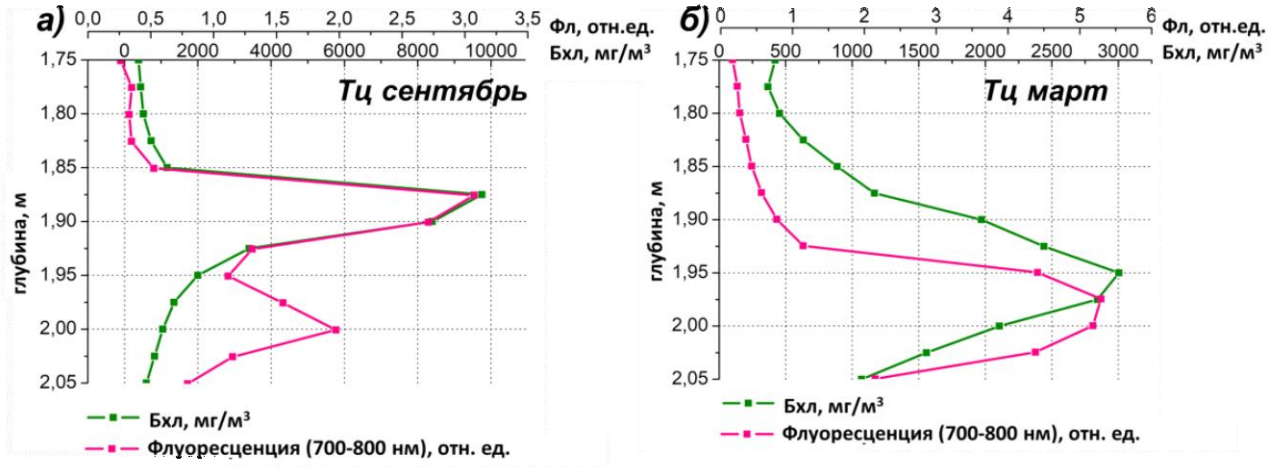


Рис. 4. Концентрация Бхл и интенсивности флуоресценции Бхл на разной глубине для озера Трехцветного: а) сентябрь 2018 г., б) март 2018 г.

Выводы

Прибрежные стратифицированные водоемы, отделяющиеся от Белого моря, являются саморегулирующимися экосистемами, микробное сообщество которых способно приспосабливаться к условиям окружающей среды, в том числе менять свое физиологическое состояние (фотосинтетическую активность) в зависимости от внешних условий. Спектральный анализ образцов, содержа-

щих фотосинтетические пигменты аноксигенных фототрофных бактерий, обитающих в отделяющихся водоемах, делает возможным наблюдение за внутренней структурой водоема, а именно состоянием микроорганизмов и влиянием на них внешних факторов. Настоящая работа является хорошей основой для дальнейшего изучения тушения флуоресценции бактериохлорофилла и процессов саморегуляции уникальных объектов природы.

Благодарности

Работа поддержана грантом РФФИ №19-05-00377 и фондом развития теоретической физики и математики «БАЗИС».

Литература

[1] *Краснова Е.Д., Воронов Д.А., Демиденко Н.А., Кокрятская Н.М. и др*. К инвентаризации реликтовых водоемов, отделяющихся от Белого моря. / Комплексные исследования Бабьего моря, полу-изолированной беломорской лагуны: геология, гидрология, биота – изменения на фоне трансгрессии берегов. Труды Беломорской биостанции МГУ. 2016. Т. 12. М.: Т-во научных изданий КМК. С. 211-241.

[2] *Краснова Е.Д., Пантюлин А.Н.* Кисло-сладкие озера, полные чудес. / Природа. 2013. № 2. С. 39-48.

[3] Проблемы ранней эволюции фотосинтеза. / Отв. ред. В.М. Горленко, С.В. Рожнов. Серия «Геобиологические процессы в прошлом». 2011. М.: ПИН РАН. 218 с.

[4] *Романенко Ф.А., Шилова О.С.* Послеледниковое поднятие Карельского берега Белого моря по данным радиоуглеродного и диатомового анализов озёрно-болотных отложений полуострова Киндо. / Доклады Академии наук. 2012. Т. 442. № 4. С. 544-548.

[5] Флуоресценция бактериохлорофиллов зеленых серных бактерий в анаэробной зоне двух природных водоемов. / А.В. Харчева, А.А. Жильцова, О.Н. Лунина и др. / Вестник Московского университета. Серия 3: Физика, астрономия. 2018. № 4. С. 40-45.

[6] *Шапоренко С.И., Корнеева Г.А., Пантюлин А.Н., Перцова Н.М.* Особенности экосистем отшнуровывающихся водоемов Кандалакшского залива Белого моря. / Водные ресурсы, 2005. №32(5). С. 517-532.

[7] *Overmann J., Tilzer M.M.* Control of primary productivity and the significance of photosynthetic bacteria in a meromictic kettle lake Mittlerer Buchensee, West-Germany. / Aquatic Sciences. 1989. Vol. 51. P. 261-278.

S u m m a r y. A distinctive feature of the stratified water bodies of the White sea is the presence of thin colored layers in the chemocline region, appearing as a result of the mass development of anoxygenic phototrophic bacteria. Optical methods of investigation of water samples used in this work allow to obtain information about the structure of the reservoir, the biological populations in it, and to monitor the inter-seasonal changes directly inside the lake.

ПРОБЛЕМА ЭКСТРАОРДИНАРНОГО СООТНОШЕНИЯ ПОЛОВ В ПОПУЛЯЦИЯХ ЖИВОТНЫХ МЕРОМИКТИЧЕСКИХ ВОДОЕМОВ (НА ПРИМЕРЕ МИДИЙ P. MYTILUS)

А.В. Иванова
СПбГУ, г. Санкт-Петербург, angelina_ivanova@aol.com

THE PROBLEM OF EXTRAORDINARY SEX RATIO IN THE POPULATIONS OF MEROMICTIC WATER'S ANIMALS (ON THE EXAMPLE OF MYTILUS)

A.V. Ivanova
Saint Petersburg State University, St. Petersburg

Аннотация. Для большинства популяций раздельнополых животных, обитающих в дикой природе, характерно равновесное соотношение полов. Однако условия обитания в меромиктических водоемах для неаборигенных видов могут вызывать долговременные нарушения этого равновесия.
Ключевые слова: *соотношение полов, мидии, меромиктические водоемы, метилртуть.*

Введение

К меромиктическим относят химически стратифицированные водоемы, в которых отсутствует перемешивание между слоями воды с различными физико-химическими свойствами (соленость, температура, минерализация и пр.) Сезонное и ветровое перемешивание в меромиктическом озере ограничивается верхним слоем (миксолимнионом), который не смешивается с нижним слоем (монимолимнионом). В водоемах морского происхождения слой соленой воды обычно покрыт слоем пресной, стекающей с водосбора. Меромиктическими могут быть как маленькие водоемы площадью в десятые доли гектара, так и целые моря. К истинно меромиктическим водоемам, относят озеро Могильное на острове Кильдин в Баренцевом море, соленое озеро Шира в Хакасии и некоторые другие. Ряд водоемов относят к меромиктическим, несмотря на периодическое перемешивание воды из различных слоев – например, Черное море.

Для большинства раздельнополых организмов характерно соотношение полов 1:1. Первым причину поддержания такого равновесия объяснил Рональд Фишер в 1930 г., предположив, что только такое соотношение будет эволюционно стабильным. При равной «себестоимости» выращивания потомков обоего пола, редкости близкородственных скрещиваний никакая мутация, меняющая соотношение полов у потомства, не повысит репродуктивный успех родителя и не будет поддержана отбором [7]. При этом, Фишеровский принцип корректно применять к молоди, т.к. с возрастом соотношение может меняться в силу разной продолжительности жизни самок и самцов большинства видов. Сдвиг равновесия, как в сторону преобладания самцов, так и в пользу самок наблюдается учеными в отдельных популяциях различных видов животных, но о выявлении общих закономерностей и причин данного явления пока не представляется возможным.

Регион исследования, объекты и методы

Озеро Могильное (о-в Кильдин, Баренцево море) – небольшой реликтовый водоем, площадью около 100 га и глубиной до 17 м, возрастом от 1 до 1.5

тыс. л. [1]. Различают озера – морские изоляты, которые сообщаются с морем поверхностно, и анхиалиновые озера, которые сообщаются с морем подземными водами, через трещины в карсте. Озеро Могильное – единственное исследованное ахиалиновое озеро в России и в Арктике вообще. От Баренцева моря оно отделено узкой перемычкой (ширина 63-70 м), через рыхлый каменисто-галечный грунт которой в озеро поступает морская вода. Фильтрация идет достаточно интенсивно и в озеро можно наблюдать приливно-отливные явления (амплитуда до 6-8 см), соответствующие баренцевоморским, но с задержкой на 2-3 часа [2].

Согласно описанию, сделанному Дерюгиным в начале прошлого века, Могильное – маленькое пресноводно-морское меромиктическое озеро, с пресным поверхностным слоем, придонным соленым, бескислородным и с повышенной концентрацией H_2S [1]. Между ними расположены воды соленые и богатые кислородом. Данные слои стратифицированы также по температуре. На границе придонного и среднего слоев вода окрашивается в розовый цвет из-за массового развития фототрофных серобактерий.

На протяжении более чем ста лет наблюдений установлены некоторые тенденции изменений структуры озера. Происходит постепенное расширение сероводородного слоя, в то время как поверхностный пресный слой уменьшается (рис. 1), сейчас (2018 г.) его правильнее будет назвать «солоноватоводным» [3]. Одна из непосредственных причин этого – полное обмеление единственного источника пресноводного питания озера, впадавшего в озеро ручья. Причины расширения сероводородного слоя без полноценного гидрологического исследования водоема определить затруднительно. Возможно, это связано с изменение режима водообмена с Баренцевым морем.

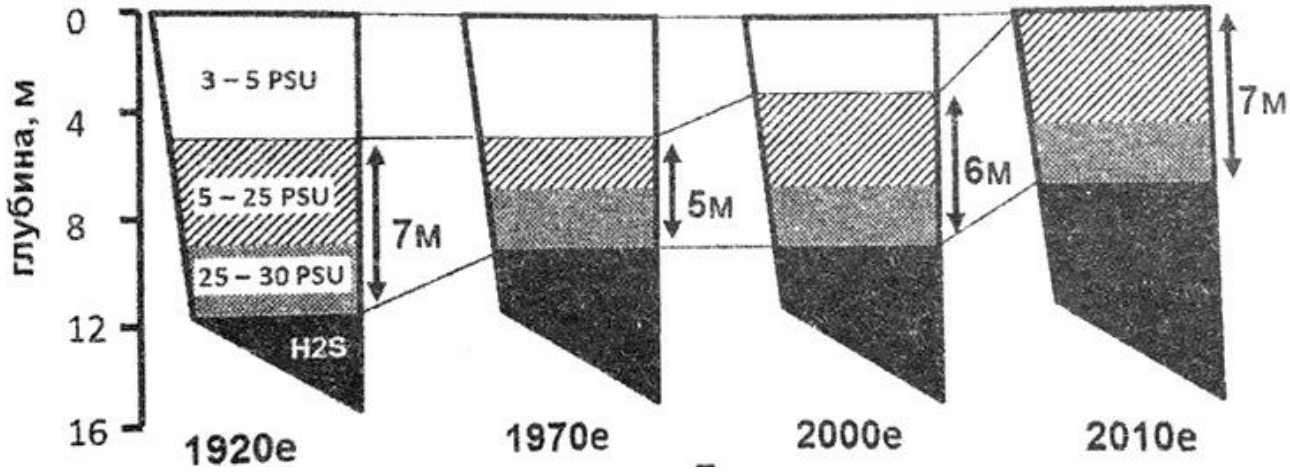


Рис. 1. Летняя стратификация вод оз. Могильного по солености и наличию сероводорода [3].

Морские и анхиалиновые озера характеризуется небольшим числом видов в сообществах вследствие различных причин, в том числе – пониженного содержания кислорода, низкого разнообразия условий обитания, биологической изоляции. С другой стороны, изоляция и специфические условия способствуют видообразованию.

Фауна озера небогата, но в ней встречаются эндемики, – что и следовало ожидать от изолированного водоема. Местный подвид атлантической трески, сцифоидные медузы, актинии, губки, двустворчатые моллюски. Изменения гидрологии озера влекут за собой сдвиги и в структуре экосистемы. В поверхностном слое пресноводные планктонные виды сменили солоноватоводные (*Asplanchna sp*., *Bosmina sp*., *Daphnia longispina*). Обитатели бентоса предпочитают селится на меньших глубинах, «выталкиваемые» сероводородным слоем.

Неорганическая ртуть может поступать в водоем, как с загрязненными сточными водами, так и с атмосферными осадками, преодолевая с воздушными массами значительные расстояния [9].

Превращение неорганической ртути в токсичную метилртуть (а также диметилртуть) считается неотъемлемым этапом в биогеохимическом цикле данного элемента. Микробная активность сульфатредуцирующих бактерий играет ключевую роль в этом процессе как в бескислородном слое воды, так и в донных осадках. На метилирование ртути влияет общая концентрация ртути, содержание органического вещества в донных осадках, уровень pH, окислительно-восстановительный потенциал, температура, уровень сульфидов, вид микроорганизмов. Преобладание процессов метилирования в толще воды либо в осадках зависит гидрологических особенностей конкретного водоема. Метилртуть обладает высоким потенциалом биоаккумуляции и биомагнификации с переходом на более высокий трофический уровень [8]. Несмотря на то, что непосредственные измерения уровня ртути и ее органических соединений в оз. Могильное не проводились, физико-химические и гидрологические условия позволяют предположить значительные уровни данных химических веществ в водоеме.

Видовой комплекс *Mytilus edulis* включает в себя три вида: *M. edulis* (мидия съедобная, обитает преимущественно вдоль побережий Антлантического океана), *M. trossulus* (мидия тихоокеанская, вдоль тихоокеанских побережий, а также в Балтийском море) и *M. galloprovincialis* (мидия средиземноморская, распространена вдоль западного побережья Европы, встречается в Тихом океане). Ареалы видов во многих местах перекрываются. В условиях симпатрии виды вступают в интрогрессивную гибридизацию, образуя плодовитых гибридов, которые скрещиваясь с «родительскими» видами образуют беккроссов.

Митохондриальный геном мидий имеет свои особенности. В отличие от большинства животных, и самцы, и самки которых несут только один тип митохондрий, полученный от матери (гомоплазмия), мидии имеют два разных митохондриальных генома: «мужской» (M) и «женский» (F) (двоякое однородительское наследование [14]. Самцы гетероплазмичны и несут в соматических клетках – F-геном, в половых клетках – M-геном, который они передают только сыновьям. Самки гомоплазмичны: и в соматических, и в половых клетках несут только F-геном, который они передают потомкам обоих полов.

Анатомия гонад мидий была подробно описана в классических работах XX века [12]. Репродуктивные ткани проходят почти через все тело, за исключением ноги, жабр и мышц, вследствие чего гонады составляют значительную

часть массы тела, оцениваю разными авторами как 20-59% в зависимости от возраста и репродуктивного статуса особи.

Помимо генетической идентификации, пол можно определить путем изучения нативных препаратов или гистологических срезов ткани гонад под микроскопом. Степень зрелости особей различается по цвету и толщине ткани мантии, уровню развития яйцеклеток и спермиев. Выделяют 5 степеней зрелости [5].

Обсуждение результатов

На основе метаанализа работ, в которых фиксировался пол мидий [5, 6, 10, 11, 12, 13] можно увидеть, что соотношение полов в природных популяциях Mytilus близко к 1.0 (рис. 2). Гистограмма частот встречаемости процента самцов в различной популяции показывает нормальное распредление для совокупности выборок из различных водоемов Атлантики, однако в Баренцевоморском регионе наблюдаются значительные выбросы в сторону преобладания самцов – благодаря вкладу популяций из морского озера Россфьорд (Норвегия) и озера Могильного (рис. 3)

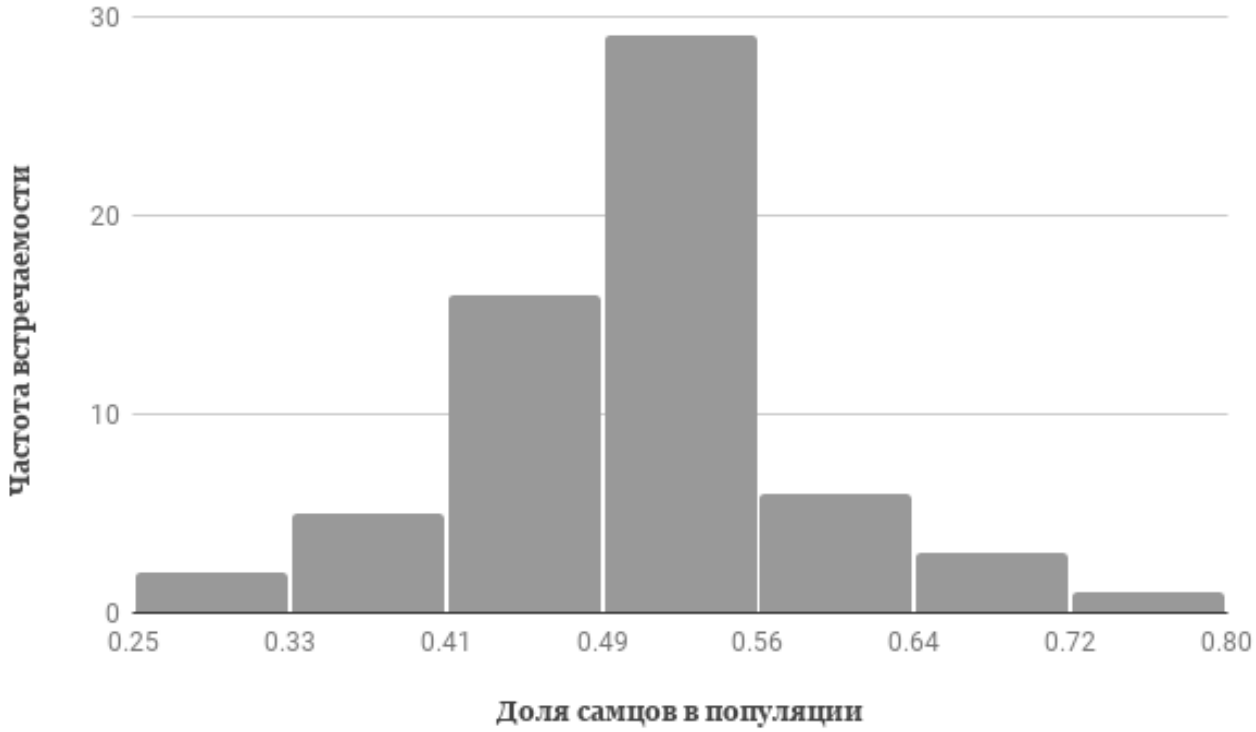


Рис. 2. Гистограмма частоты встречаемости популяций (мидий р. Mytilus) с различной долей самцов в Атлантическом океане.

В ходе экспедиций на озеро Могильное 2010, 2016 и 2018 годов были произведены сборы мидий Mytilus как непосредственно в самом озере, так и в проливе Баренцевоморская Салма. В первом случае моллюски отбирались с грунта на глубине 3.5-4.5 м, во втором – в прибрежно-отливной зоне с фукуса. Собранный материал все еще находится в работе, однако некоторые особенности уже можно выделить. Пол особей определялся дважды – при микроскопическом (х400, х1000) исследовании нативного или гистологического препарата

и при анализе митохондриального генома. Для генотипирования использовался маркеры 16S локуса митохондрий [14]. Всего в ходе 3 экспедиции было проанализировано 166 особей из озера и 135 из Салмы. Если во втором случае доля самцов была от 0.43 в 2018 до 0.50 в 2016 и 2010 , то в озерной популяции равновесие заметно сдвинуто в сторону самцов и их доля составляла 0.55, 0.70, 0.79 в 2018, 2016 и 2010 годах, соответсвенно.

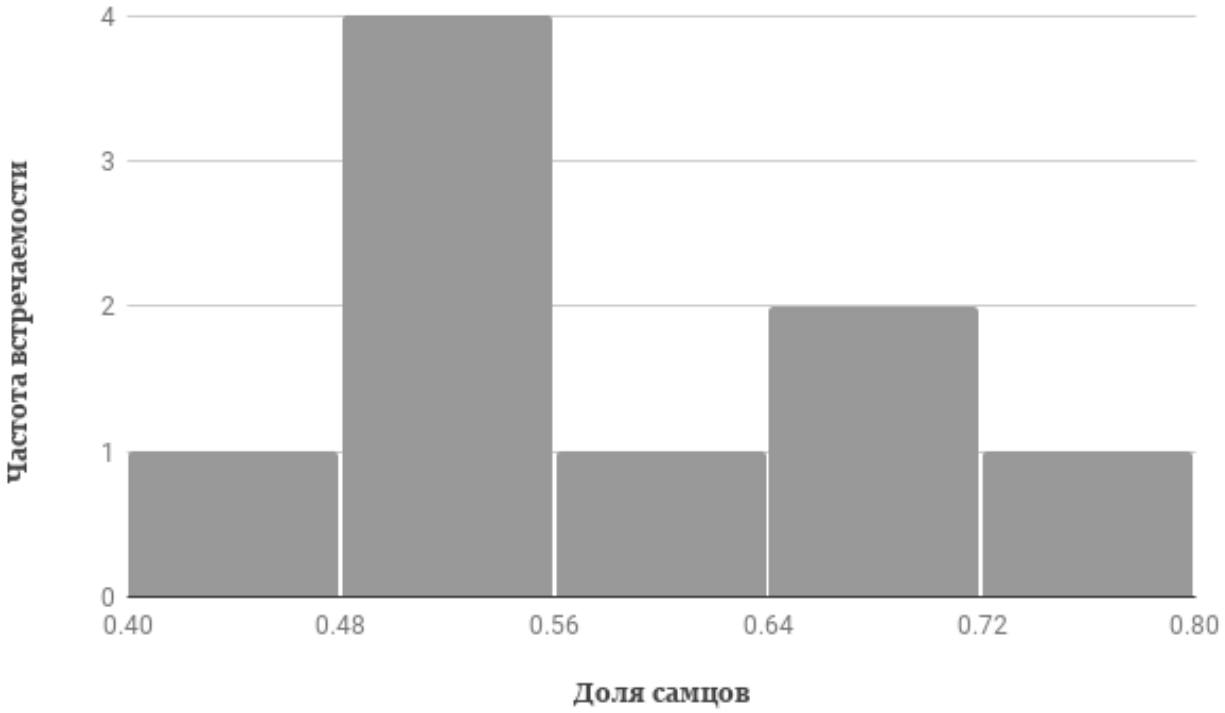


Рис. 3. Гистограмма частоты встречаемости популяций (мидий р. Mytilus) с различной долей самцов в Баренцевоморском регионе.

Выводы

Пока сложно сказать, что вызывает такое экстраординарное соотношение. Механизмы наследования пола у мидий слабо изучены. Возможная причина может носить экзогенный характер и быть связана с особенностями условий среды водоема. Например, в эксперименте на Caenorhabditis elegans, самцы показывают большую устойчивость по сравнению с гермафродитными особями, причем с возрастом это превосходство только усиливается [8]. В другом исследований было продемонстрировано переопределение пола у японской оризии (*Oryzias latipes*) – генотипические самки под влиянием гипоксии во время развития эмбрионов становились фенотипическими самцами [4]. Для понимания причин нарушения регуляции пола в популяции необходимо дальнейшее изучение механизма детерминации пола у Mytilus.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке РФФИ 16-04-00723-а и РГО 13-218-Р.

Литература

[1] *Дерюгин К.М.* Реликтовое озеро Могильное. / Труды Петергофского естественно-научного института. 1925. № 2.
[2] *Строганов А.Н. и др.* О комплексных экспедициях на озеро Могильное (остров Кильдин, Баренцево море) в 2011, 2012 гг. / Вестник АГТУ. 2013. № 3.
[3] *Стрелков П.П. И др.* Острова океана. Могильное и другие морские озера. / Материалы XX научного семинара «Чтения памяти К.М. Дерюгина». 2018.
[4] *Cheung C.H.Y. et al.* Hypoxia turns genotypic female medaka fish into phenotypic males. / Ecotoxicology. 2014;23(7):1260-9.
[5] *Chipperfield P.N.J.* Observations on the breeding and settlement of mytilus edulis (L.) in british waters. / Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 1953;32(2):449-76.
[6] *Czerniawska N. et al.* Intersexuality in the Blue Mussel Mytilus edulis Complex (Mytilidae) from the Baltic Sea and the Danish Strait. / American Malacological Bulletin. 2016;34(1):1-12.
[7] *Hamilton W.D.* Extraordinary sex ratios. / Science. 1967;156: 477-88.
[8] Rivaro P. et al. Laboratory studies on the accumulation of inorganic mercury and methylmercury by the mussel (Mytilus galloprovincialis Lam) in relation to the presence of sediment. / Toxicological and Environmental Chemistry. 2009;91(6):1159-73
[9] *Ruszkiewicz J.A et al.* Sex-specific response of caenorhabditis elegans to methylmercury toxicity. Neurotoxic Researsh. 2019; 35(1):208-16.
[10] *Seed R.* The ecology of mytilus edulis L. (lamellibranchiata) on exposed rocky shores - I. breeding and settlement. / Oecologia. 1969;3(3-4):277-316.
[11] *Smietanka B., Burzynski A.* Disruption of DUI of mtDNA associated with hybridization area of Mytilus edulis and M. trossulus in Norway. / Marine Biology. 2017; 164-209.
[12] *Sprung M.* Reproduction and fecundity of the mussel mytilus edulis at helgoland (north sea). / Helgolander Meeresunters. 1983;36(3):243-55.
[13] *Sunila I.* Reproduction of Mytilus edulis L. (Bivalvia) in a brackish water area, the Gulf of Finland. / Annales Zoologici Fennici. 1981;18(2):121-8.
[14] *Zouros E. et al.* An unusual type of mitochondrial DNA inheritance in the blue mussel mytilus. / Proceedings of the National Academy of Sciences. 1994; 91(16):7463-7.

S u m m a r y. For most populations of dioecious animals living in the wild, characterized by an equilibrium sex ratio. However, habitat conditions in meromictic waters for non-native species can cause a long-term shift in this equilibrium.

СИСТЕМА СТРАТИФИЦИРОВАННЫХ ОЗЕР РЕКИ СВЕТЛАЯ (БЛОМОРСКО-КУЛОЙСКОЕ ПЛАТО)

Н.М. Кокрятская, А.В. Чупаков, К.В. Титова
ФГБУН Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова РАН, Архангельск, nkokr@yandex.ru

SYSTEM OF MEROMICTIC LAKES OF THE RIVER LIGHT (THE BELOMORO-COOL PLAT)

N.M. Kokryatskaya, A.V. Chupakov, X.V. Titova
N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, Arkhangelsk

Аннотация. Приведены результаты биогеохимических исследований системы пяти пресноводных озер, дающих начало реки Светлая, принадлежащей бассейну Белого моря (Архангельская область). Показано наличие постоянной плотностной и химической стратификации для всех изучаемых озер. В анаэробных водах первых трех озер постоянно присутствует сероводород. Для первого в системе озера Светлое-1 достоверно установлен меромиктический статус с железо-марганцевым типом миромиксии.
Ключевые слова: стратификация, меромиктические водоемы, сульфатредукция.

Введение

Меромиктические водоемы являются уникальной моделью для изучения анаэробных процессов деструкции органического вещества. Отсутствие водообмена между поверхностными (миксолимнион) и придонными горизонтами приводит к образованию слоя «скачка» (хемоклина), где наблюдаются резкие градиенты гидрохимических условий, и статичной анаэробной зоны (монимолимнион). В результате деятельности сульфатредуцирующих бактерий в монимолимнионе этих водоемов накапливается сероводород, а в зоне хемоклина наблюдаются резкие вертикальные градиенты физико-химических условий и как следствие – развитие разнообразных микробных сообществ. В настоящей работе рассмотрены некоторые основные характеристики водной толщи пресноводных озер, дающих начало реке Светлая (Беломорско-Кулойское плато, север Архангельской области), проявляющих признаки меромиксии.

Объекты и методы исследований

Материалом для данной работы послужили натурные наблюдения, проведённые сотрудниками ФГБУН ФИЦКИА РАН, за более чем восьмилетий период. Интервал проведения работ в первые три года исследований на озере Светлое-1 составлял один месяц; на остальных озерах работы выполнялись эпизодически.

Данная система озер находится в Приморском районе Архангельской области на расстоянии 65 км на северо-восток от г. Архангельска. Озера соединены между собой неглубокими ручьями, дают начало реке Светлая (водосборный бассейн Белого моря) (рис. 1) и представляют собой небольшие вытянутые водоемы, длиной до 1 км, с максимальной глубиной 39 м (Светлое-1), 24 м (Светлое-2), 27 м (Светлое-3), 5 м (Светлое-4) и 15 м (Светлое-5).

Отбор проб воды осуществлялся горизонтальным поликарбонатным непрозрачным батометром Aquatic Research со льда или с лодки ПВХ. Определение температуры водной толщи и концентрации кислорода проводили оксимет-

ром WTW Oxi 197i с датчиком DurOx 325. Для определения pH и удельной электрической проводимости (УЭП) использовали pH-метр 3110 с электродом SenTix 41 и Cond 3110 с ячейкой TetraCon 325. Определение растворенного сероводорода осуществлялось стандартным фотометрическим методом [1]. Для определения концентрации растворенного железа использовали фотометрический метод с феррозином [4]. Анализ на хлориды и сульфаты осуществляли методом ВЭЖХ.

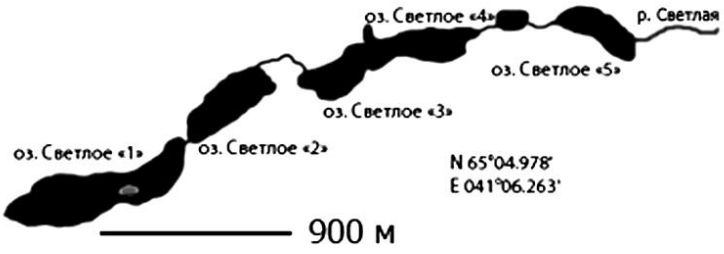


Рис. 1. Карта-схема расположения системы озер реки Светлая.

Результаты и обсуждение

В результате регулярных наблюдений, начатых в январе 2010 г., установлено наличие постоянной плотностной и химической стратификации для первого и третьего озер системы и признаки меромиксии для второго озера. Достоверно говорить о меромиктическом характере четвертого и пятого озер пока не представляется возможным, хотя признаки меромиксии также имеются. Для наиболее глубокого из этих озер (Светлое-1) характерно наличие трех четко выраженных слоев: 1) аэробная зона (до 20 м), 2) переходный слой (хемоклин) на глубине 20-25 м, где отмечается резкое уменьшение содержания кислорода (практически до аналитического нуля), столь же резкое увеличение величины электропроводности и появление в воде растворенного сероводорода; и 3) анаэробная зона, где сохраняются достигнутые значения электропроводности, происходит накопление биогенных элементов, железа, марганца и сероводорода [2]. В двух следующих озерах эти три зоны выражены не столь отчетливо, но для них также характерно постоянное отсутствие кислорода в глубоководных водах, наличие скачка электропроводности и присутствие сероводорода в придонных горизонтах. Стратифицированы и два замыкающих систему озера, даже самое маленькое и мелкое из них – Светлое-4, однако сероводород в придонных горизонтах у них практически отсутствует.

Изменения температуры воды были зафиксированы в оз. Светлое-1 лишь до 25 м, в двух последующих озерах до 15 м и до 12 м в замыкающем систему озере Светлое-5 (рис. 2); ниже расположенные горизонты уже не содержат кислорода и для озер 1, 2 и 5 имеют постоянную температуру 3,6±0,1°C; для озера Светлое-3 температура анаэробных вод не превышает 3,0°C, а в придонных горизонтах составляет всего 2,7°C. Также с этой же глубины происходит резкое увеличение значений УЭП – от 225-250 мкСм/см в миксомимнионе до 350 (Светлое-1), 320 (Свелое-2), 290-300 мкСм/см (Светлые-4 и 5) в анаэробной

зоне. Из этого ряда резко выделяется озеро Светлое-3, где значения УЭП к придонным горизонтам увеличиваются до 760-1890 мкСм/см. Для всех озер температурные флуктуации в слое миксолимниона в периоды летней и зимней межени демонстрируют классические картины прямой и обратной стратификации. Характерные значения pH для всех озер лежат в интервале 6,80-7,90 с тенденцией уменьшения значений к придонным горизонтам; минимальные значения показателя (6,59-6,65) зафиксированы в придонных горизонтах оз. Светлое-3.

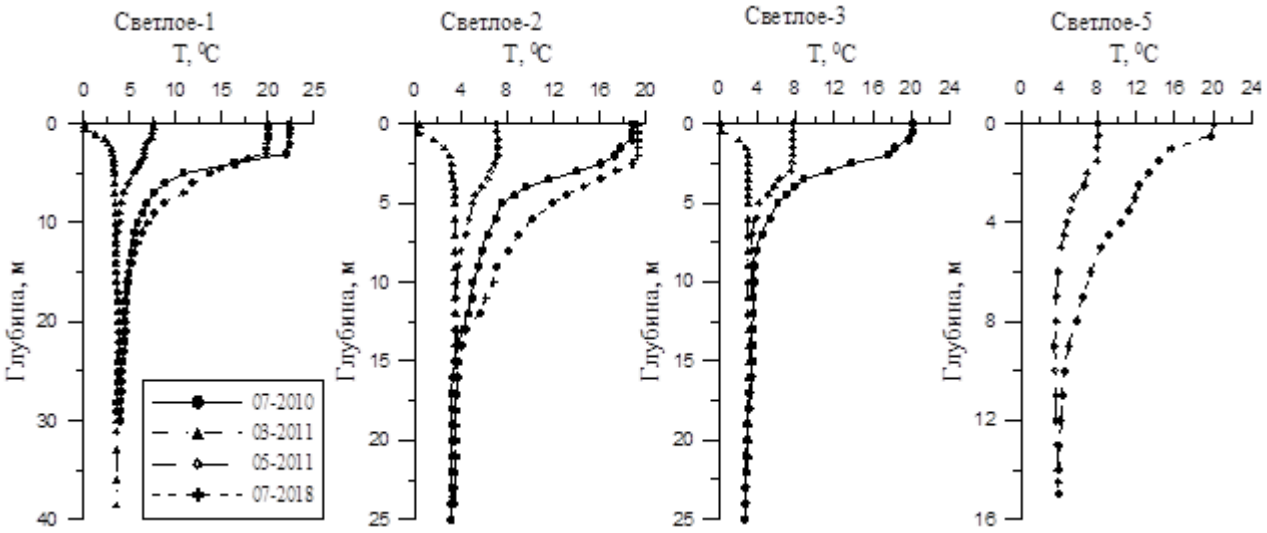


Рис. 2. Вертикальные профили температуры в изучаемых озерах.

Содержание растворенного железа значительно изменяется по вертикали водного столба всех исследованных озер (в озере Светлое-4 измерения не проводили). Для озера Светлое-1 количество общего растворенного железа (сумма двух- и трехвалентных форм) изменялось в среднем от 75-90 мкг/л в аэробной зоне до 2210 мкг/л в хемоклине и 10840 мкг/л в анаэробном монимолимнионе, достигая максимальных значений (21050 мкг/л) в придонном горизонте. Для озера Светлое-2 содержание общего растворенного железа (в среднем 140 мкг/л) сопоставимо с данными для аэробной зоны озера Светлое-1; максимальные значения (230-312 мкг/л) также приурочены к придонным горизонтам, хотя их уровень несравнимо ниже, чем в первом озере. Для третьего озера системы – Светлое-3, количество растворенного железа в аэробных водах (до глубины 18м) составляет в среднем 70 мкг/л, а затем в анаэробной зоне резко увеличивается от 3960 мкг/л на горизонте 20 м до 49700 мкг/л в придонных слоях воды (22-24м). При переходе от аэробных условий к анаэробным во всех случаях возрастает роль двухвалентного железа в составе общего растворенного и в придонных водах его доля в составе Fe(II+III) составляет не менее 90%. В анаэробных водах замыкающего систему озера количество растворенного железа составляет 11110 мкг/л, однако доля двухвалентного в его составе не превышает 50%. Из приведенных данных видно, что количество общего растворенного железа для кислородных вод всех озер невелико и сопоставимо, что наиболее вероятно объясняется общностью источников его поступления в эти водоемы – их основное питание происходит за счёт атмосферных осадков, паводковых и подземных вод. Выявленные различия в накоплении растворенного железа в

придонных горизонтах обусловлены, скорее всего, различным уровнем минерализации органического вещества в процессе седиментации и скоростью поступления железа из донных отложений вследствие неодинаковой интенсивности пропекающих в них диагенетических процессов.

Содержание сульфатов в воде исследованных озер сравнительно не велико и составляет в среднем 4,6 мг/л (от 3,5 до 5,6 мг/л); в зоне хемоклина оно снижается – до 1 мг/л (от 0,1 до 4,11 мг/л), а в анаэробной зоне составляет всего 0,1 мг/л (от 0,1 до 0,5 мг/л), что обусловлено, скорее всего, потреблением их сульфатредуцирующими бактериями в процессе генерации сероводорода. Резкая убыль концентрации SO_4^{2-} при незначительном изменении концентрации хлорида подтверждает это предположение.

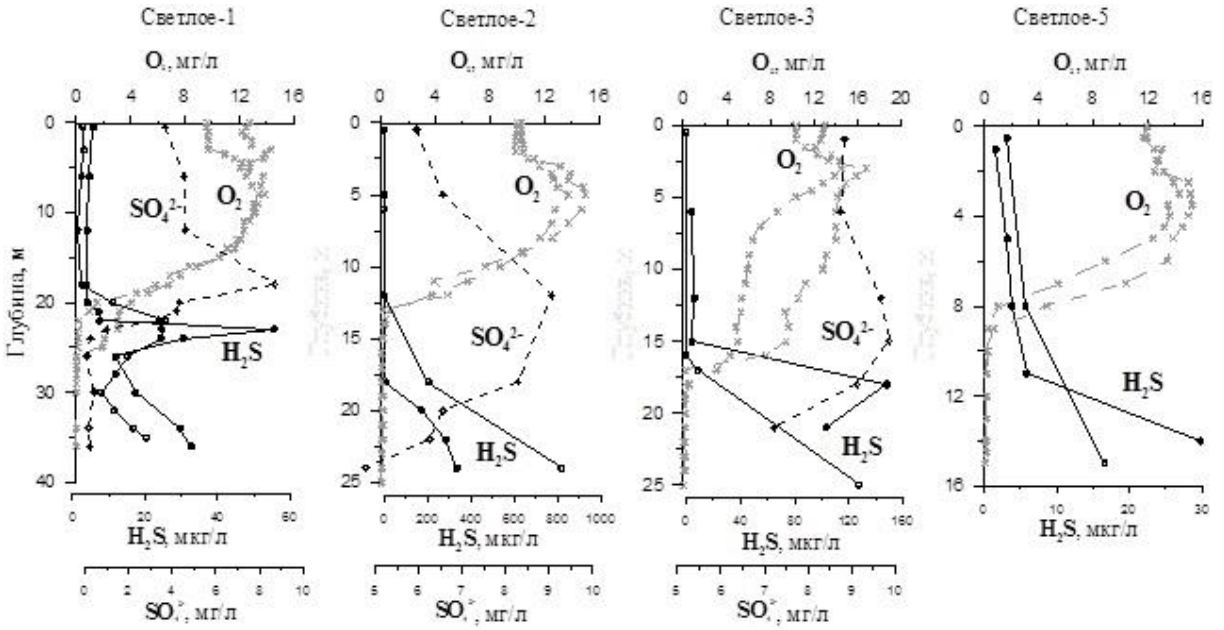


Рис. 3. Вертикальное распределение кислорода, сероводорода и сульфатов в изучаемых озерах в летнее время.

Выполненные исследования показали постоянное присутствие сероводорода в воде трех обследованных озер. В кислородных водах он обнаруживается эпизодически в микроколичествах – его содержание не превышало в подавляющем большинстве случаев 0,03-0,10 μM. В более глубоких анаэробных водах уровень его содержания и характер вертикального распределения для каждого озера индивидуальны (рис. 3). Наиболее однородное распределение сероводорода отмечено в анаэробной зоне озера Светлое-1: здесь во все периоды исследования его концентрации преимущественно изменялись в интервале от 25 до 33 мкг/л, составляя в среднем 30 мкг/л. Несколько меньший уровень концентраций (в среднем 17 мкг/л) отмечен в придонных водах оз. Светлое-5. Наиболее высокими значениями содержания сульфидов характеризуются анаэробные воды озер Светлое-2 и Светлое-3 – в среднем 400 и 160 мкг/л соответственно, а также воды хемоклина оз. Светлое-1 – до 130 мкг, мкг/л. В оз. Светлое-1 в зоне хемоклина над максимумом сероводорода фиксировался отчетливо выраженный максимум сульфатов (рис. 3). Увеличение концентрации сульфата связано

с окислением сероводорода как химическим путем при контакте с кислородными водами, так и при участии микроорганизмов.

Воды хемоклина озера Светлое-1 в течение всего периода наблюдений были окрашены в бледно-розоватый цвет, который связан с наличием достаточно высокой численности фикоэритрин-содержащих цианобактерий *Synechococcus sp*. [3]. Присутствие «розовых вод» неоднократно отмечалось и на границе аэробной и анаэробной зоны оз. Светлое-2.

Выводы

По результатам изучения вертикального распределения температуры, кислорода, pH и электропроводности в воде пресноводных озер, дающих начало реке Светлая, установлено наличие устойчивой стратификации с выделением для большинства из них характерной для меромиктических водоемов структуры слоев. В переходном слое (хемоклин), начало анаэробной зоны сопровождается резким увеличением величины электропроводности и появлением в воде растворенного сероводорода. Для первого в системе озера Светлое-1 достоверно установлен миромиктический статус с железо-марганцевым типом миромиксии. Выявленная специфика физико-химических параметров водной толщи делает возможным проведение уникальных исследований по изучению процессов анаэробной минерализации органического вещества (сульфатредукции и метаногенеза), аноксигенного фотосинтеза, трансформации вещества на окислительно-восстановительных геохимических барьерах и др.

Литература

[1] Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоемов и перспективных для промысла районов Мирового океана. М.: ВНИРО, 2003. 202 с.

[2] *Чупаков А.В., Покровский О.С., Широкова Л.С., Воробьёва Т.Я., Забелина С.А., Кокрятская Н.М., Морева О.Ю., Ершова А.А., Шорина Н.В., Климов С.И.* Гидрохимические особенности пресноводного меромиктического оз. Светлое (Архангельская область). / Вестн. САФУ. Естеств. н., 2013. № 1. С. 20-31.

[3] *Savvichev A., Kokryatskaya N., Zabelina S., Rusanov I., Zakharova E., Veslopolova E., Lunina O., Patutina E., Bumazhkin B., Gruzdev D., Sigalevich P., Pimenov N., Kuznetsov B., and Gorlenko V.* Microbial processes of the carbon and sulfur cycles in an ice-covered, iron-rich meromictic lake Svetloe (Arkhangelsk oblast, Russia). / Environmental Microbiology, 2017. V. 19. Is. 2, p. 659-672 doi:10.1111/1462-2920.13591.

[4] *Viollеer E., Inglett P. W., Hunter K., Roychoudhury A. N., Capellen P.* The ferrozine method revisited: Fe(II) / Fe(III) determination in natural waters. / Applied Geochemistry. 2000. № 15. P. 785-790.

S u m m a r y. The results of biogeochemical studies of the system of five freshwater lakes, giving rise to the Svetlaya River belonging to the White Sea basin (Arkhangelsk region), are presented. The presence of constant density and chemical stratification for all studied lakes is shown. Hydrogen sulfide is constantly present in the anaerobic waters of the first three lakes. at the same time, for the first lake in the system, Svetloye-1, myromyctic status with the iron-manganese type of myromix was reliably established.

ЖИВЫЕ РЕЛИКТЫ: ПРИБРЕЖНЫЕ ОЗЁРА, ОТДЕЛЯЮЩИЕСЯ ОТ БЕЛОГО МОРЯ

Е.Д. Краснова*, Д.А. Воронов**, С.В. Пацаева***, Н.Л. Фролова****
**Биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, krasnova@mail.ru*
*** ИППИ РАН и Ин-т физ.-хим. биологии им. Белозерского МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, da_voronov@mail.ru*
**** Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, spatsaeva@mail.ru*
*****Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, frolova_nl@mail.ru*

LIVING RELICTS: COASTAL LAKES SEPARATED FROM THE WHITE SEA

E.D. Krasnova*, D.A Voronov**, S.V. Patsaeva*, N.L. Frolova*
**Biological Faculty of M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow*
***Institute for Information Transmission Problems Russian Academy of Science and M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow*
**** Faculty of Physics of M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow*
***** Faculty of Geography of M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow*

Аннотация. Работа посвящена исследованию прибрежных стратифицированных водоёмов, находящихся на разных стадиях изоляции от Белого моря. По данным многолетнего мониторинга описаны особенности их гидрологических циклов, отслежены сезонные и многолетние изменения в вертикальной структуре.
Ключевые слова: отделяющиеся от моря водоемы, стратификация, меромиксия, Белое море, биота, микроорганизмы, хемоклин.

Введение

Исследование меромиктических водоёмов – одна из актуальных задач науки. Они, в некотором смысле – модель тех условий, при которых в доисторическом прошлом происходила глобальная смена древней анаэробной биоты Земли на аэробную, вызванная деятельностью фотосинтезирующих организмов.

Объекты и методы

На побережье Белого моря в результате быстрого постгляциального поднятия берега образовалось множество меромиктических водоёмов, в разной степени изолированных от моря. На базе Беломорской биостанции МГУ с 2010 г. проводятся их комплексные исследования с участием гидрологов, гидробиологов, гидрохимиков и физиков, а также студентов и аспирантов нескольких факультетов МГУ [1, 2]. В общей сложности выявлено более двух десятков таких водоёмов. Рассматривая их как последовательные стадии изоляции, можно реконструировать ход гидрологической и экологической эволюции водоёма. Через эти стадии проходили все водоёмы, которые некогда имели связь с морем, а потом превратились в пресные озёра. Этот этап их прошлого записан в донных осадках в виде слоя из тонких чередующихся полос, светлых и темных, сформированных в летнее и зимнее время. Прибрежные стратифицированные водоёмы, частично изолированные от моря – это современное воплощение той стадии, когда формировались подобные слоистые осадки.

Нами составлена база данных с гидрологическими, гидрохимическими, гидробиологическими, геодезическими и картографическими материалами о 37 водоёмах, находящихся на разных стадиях изоляции от моря. По данным

многолетнего мониторинга описаны особенности их гидрологических циклов, последовательность в типологическом ряду по степени изоляции, отслежены сезонные и многолетние изменения в вертикальной структуре, распределение планктона и состав бентоса.

Обсуждение результатов

Превращение морского залива в пресное озеро занимает несколько столетий [5]. Перенос мелких фракций грунта вдоль берега и работа льда могут ускорить отделение водоёма на 150-250 лет [3]. Есть три распространенных варианта образования прибрежных озёр: 1) если у залива на выходе в море есть остров, то отмели по сторонам острова по мере поднятия дна соединяются с берегом и замыкают водоём (из известных нам водоемов так образовались, например, озёра Кисло-Сладкое и Трёхцветное); 2) цепь остаточных озёр формируется на месте пролива между двумя большими участками суши, который при поднятии дробится на несколько водоёмов (лагуна на Зелёном мысе, оз. Нижнее Ершовское); 3) отчленение фрагмента эстуария (озера Еловое, Мероламбина, Вонючее в губе Чупа). Кроме того, изоляция может быть искусственной или ускоренной из-за строительных работ (губа Канда, озера Б. Хрусломены, Савино-Канозеро, отчасти Мероламбина).

Порог, отгораживающий лагуну от моря, постепенно поднимается выше уровня малой воды. Приливно-отливные колебания в водоёме ослабевают и становятся асимметричными, с коротким приливом и долгим отливом. В дальнейшем, когда порог поднимется выше среднего уровня полной воды, ежедневные приливы станут невозможными. На этом этапе забросы морской воды могут происходить в сизигию, когда приливы особенно большие, что случается каждый лунный месяц. В таком режиме существует озеро Кисло-Сладкое. При дальнейшем подъеме порога поступление морской воды может случаться при осенних высоких приливах и штормовых нагонах (как в оз. Н. Ершовском), что случается в среднем один-два раза в год. Среди хорошо изученных нами озёр есть такое, в котором забросы случаются с многолетними интервалами – это озеро Трёхцветное. Отделяющий его порог поднят над уровнем моря почти на метр, и для заплеска нужно совпадение высокого прилива, фазы сизигии и сильного ветрового нагона, которое случается раз в несколько десятилетий. В южной части губы Канда есть плёс под названием Федосеевский, в котором хранится реликтовая морская вода, попавшая туда до строительства железнодорожной дамбы в 1916 г.

Усиление изоляции проявляется не только в ослаблении связи с морем. Водоём становится ловушкой для пресного стока, поверхностный слой разбавляется в пределах зоны ветрового перемешивания, которая в небольших водоёмах ограничена глубиной 1 м (озера Кисло-Сладкое, Еловое, Тонисоар, лагуна на Зелёном мысе), в больших – 1,5-2 м (оз. Н. Ершовское и Б. Хрусломены). В лагунах эстуарного типа (оз. Мероламбина) пресный сток «скатывается» по поверхности воды, практически не смешиваясь с нижней солёной водой, которая при каждом приливе поступает в озеро.

Опреснённый верхний и солёный нижний слои воды разделены галоклином, который в изучаемых нами водоемах не совпадает с хемоклином, под которым мы понимаем redox interface – границу раздела аэробной и анаэробной зон. Важная особенность прибрежных меромиктических водоёмов – галоклин находится выше хемоклина, и между ними есть солёный аэробный слой воды, который обеспечивает зону обитания морского планктона и бентоса. Своим существованием он обязан забросам морской воды. Верхний слой изолирует основную толщу водоёма от атмосферы, благодаря чему под пикноклином в теплое время года возникает парниковый эффект: там может накапливаться тепло и появляется погружённый максимум температуры. Там же накапливается кислород, выработанный фитопланктоном, вплоть до 300% пересыщения. Фитопланктон здесь обильный и совершенно другой по составу, чем в поверхностном слое [7].

Застой воды в донном углублении водоема благоприятствует накоплению органики и бактериальным процессам, которые, по мере изоляции, играют всё большую роль в экосистеме водоёма. Один из определяющих бактериальных процессов – восстановление серы из сульфатов морской воды до сульфида, в результате чего накапливается сероводород. Чем сильнее изоляция, тем больше в водоёме концентрация сероводорода. Кроме того, поскольку сульфаты расходуются на бактериальную сульфатредукцию, меняется анионный состав воды: сульфатно-хлоридное отношение смещается в сторону хлоридов. Аналогичным образом меняется сульфатно-карбонатное соотношение. Такие изменения в ионном составе зарегистрированы в оз. Трёхцветном, Б. Хрусломены и в губе Канда, где под пресной водой на дне хранится соленая линза столетней давности, переработанная бактериями.

Между анаэробной и аэробной зонами расположен хемоклин. На ранних стадиях изоляции (в озерах Савино-Канозеро, Мероламбина, Тонисоар) он широкий, и переход плавный. На следующем этапе эволюции озера в хемоклине возникает цветной слой, главный компонент которого – аноксигенные фототрофные бактерии (АФБ), которые окисляют сероводород, используя его при фотосинтезе вместо молекулы воды, и выделяют не кислород, а серу. Во всех беломорских водоёмах в цветном бактериальном слое доминируют зелёные серные бактерии *Chlorobium phaeovibrioides*, тогда как пурпурные бактерии, которые во многих континентальных водоёмах отвечают за розовый цвет хемоклина, здесь – минорная группа [8].

Бактериальный слой может быть зелёного цвета, если в нем доминирует зелёно-окрашенная форма *Ch. phaeovibrioides*, или красноватого, если преобладает коричнево-окрашенная форма этого же вида. Эти две формы отличаются набором пигментов, участвующих в фотосинтезе, и поэтому их можно раздельно определять в смеси.

В экологической структуре меромиктических водоемов хемоклину принадлежит важная роль. Это самая продуктивная зона, к которой приурочены скопления микроорганизмов и некоторых планктонных беспозвоночных. Первичная продукция аноксигенного фотосинтеза в таких водоёмах

превышает таковую от оксигенного, выполняемого фитопланктоном в аэробной зоне [4].

Для экспресс-оценки состава автотрофных организмов мы разработали новые методы, включая метод определения вклада разных форм АФБ в общий пул бактериохлорофилла по спектрам флуоресценции и метод определения концентрации хлоросомного бактериохлорофилла по спектрам поглощения клеток зелёных серобактерий в пробах природной воды без экстрагирования пигментов [6].

Отбор проб воды в зоне с резкими градиентами физико-химических параметров требует особых приспособлений, которые можно очень точно позиционировать по глубине и очень избирательно отбирать конкретный слой воды в пределах одного или нескольких см. Мы сконструировали оригинальное устройство для отбора проб воды с шагом 2,5 см, которое отличается от аналогов большей дробностью, меньшим объёмом каждой пробы и иным механизмом подачи усилия для раскрывания шприцов. Благодаря нему мы смогли описать последовательность из нескольких сообществ микроорганизмов по вертикали в пределах 10-сантиметрового слоя в хемоклине.

Выше редокс-интерфейса в микроаэробной части хемоклина в массе развиваются миксотрофные эукариотные микроорганизмы (7). В одних водоёмах это криптофитовые жгутиконосцы, в других – эвгленовые, в роли миксотрофных организмов могут выступать инфузории с фотосинтезирующими эндосимбионтами внутри. В гетеротрофной фазе питания миксотрофы могут использовать первичную продукцию АФБ и передавать ее вверх по трофической цепи к зоопланктону вышележащего аэробного сообщества, который тоже концентрируется вблизи хемоклина, сверху от него.

Выводы

Беломорские прибрежные соленые озёра – уникальный объект для изучения взаимодействия биотических и абиотических компонентов экосистемы, поскольку основные химические агенты, определяющие остроту градиента, имеют биологическое происхождение, в отличие, например, от Черного моря или альпийских меромиктических озер, где кроме биогенного возможен и приток сероводорода из земных недр. Созданный бактериями сероводород используется АФБ – основными производителями первичной продукции в беломорских отделяющихся водоёмах. Зелёные серные бактерии не пропускают сероводород вверх и защищают вышележащее сообщество от этого яда, а кроме того, заостряют окислительно-восстановительный градиент. Бактериальная суспензия не пропускает вниз свет, что препятствует прогреву нижележащей водной массы. Из-за этого плотность воды в анаэробной зоне оказывается больше, а стратификация – более устойчивой.

Благодарности

Работа поддержана РФФИ (грант№19-05-00377).

Литература

[1] *Краснова Е.Д., Демиденко Н.А., Пантюлин А.Н., Фролова Н.Л., Ефимова Л.Е., Широкова В.А*. Термический и ледовый режимы реликтовых водоемов, отделяющихся от Белого моря. / Динамика и термика рек, водохранилищ и прибрежной зоны морей (Труды VIII Междунар. науч.-практ. конф.). М.: Российский университет дружбы народов, 2014, с. 430-443.

[2] *Краснова Е.Д., Пантюлин А.Н., Белевич Т.А., Воронов Д.А., Демиденко Н.А., Житина Л.С., Ильяш Л.В., Н.М. Кокрятская, О.Н. Лунина, М.В. Мардашова, Прудковский А.А., Саввичев А.С., Филиппов А.С., Шевченко В.П.* Комплексные исследования отделяющихся водоемов на разных стадиях изоляции от Белого моря в марте 2012 г. / Океанология, 2013. Т. 53, №5. С. 714-717.

[3] *Репкина Т.Ю., Ефимова Л.Е., Косевич Н.И., Шиловцева О.А., Шевченко Н.В*. Динамики фиардово-шхерных берегов по результатам мониторинга на ББС МГУ в 2009-2016 гг. (губа Ругозерская Кандалакшского залива Белого моря). / Мат-лы всерос. науч. конф. «Поздне- и постгляциальная история Белого моря: геология, тектоника, седиментационные обстановки, хронология».– М.: КДУ, Университетская книга, 2018. С. 115-121.

[4] *Саввичев А.С., Лунина О.Н., Русанов И.И., Захарова Е.Е., Веслополова Е.Ф., Иванов М.В*. Микробиологические и изотопно-геохимические исследования озера Кисло-Сладкое – меромиктического водоема в Кандалакшском заливе Белого моря. / Микробиология, 2014. 83(2). С. 191-203.

[5] *Субетто Д.А., Шевченко В.П., Лудикова А.В, Кузнецов Д.Д., Сапелко Т.В., Лисицын А.П., Ван-Биек П., Суот М., Субетто Г.Д.* Хронология изоляции озер Соловецкого архипелага и скорости современного озерного осадконакопления / Докл. Акад. наук. Сер. геол. М.: Наука, 2012. Т. 446, № 2. С. 183-190.

[6] *Харчева А.В., Жильцова А.А., Лунина О.Н., Краснова Е.Д., Воронов Д.А., Саввичев А.С., Пацаева С.В*. Флуоресценция бактериохлорофиллов зеленых серных бактерий в анаэробной зоне двух природных водоемов. / Вестник Московского университета. Сер. 3: Физика, астрономия, 2018, (4). С. 40-45.

[7] *Krasnova E.D., Kharcheva A.V., Milutina I.A., Voronov D.A., Patsaeva S.V.* Study of Microbial Communities in Redox Zone of Meromictic Lakes Isolated From the White Sea Using Spectral and Molecular Methods / Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom in special issue – EMBS European Marine Biology Symposium, 2015, 95 (8). Pp. 1579-1590.

[8] *Savvichev A.S., Babenko V.V., Lunina O.N., Letarova M.A., Boldyreva D.I., Veslopolova E.F., Demidenko N.A., Kokryatskaya N.M., Krasnova E.D., Gaisin V.A., Kostryukova E.S., Gorlenko V.M., Letarov A.V.* Sharp water column stratification with an extremely dense microbial population in a small meromictic lake, Trekhtzvetnoe / Environmental Microbiology, 2018, 20(10). Pp. 3784-3797.

S u m m a r y. The work is devoted to the study of coastal stratified water bodies at different stages of isolation from the White Sea. According to the long-term monitoring, the features of their hydrological cycles, the sequence in the typological series by the degree of isolation, seasonal and perennial changes in the vertical structure are traced.

ОСНОВНЫЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ОЗЕРА БОЛЬШИЕ ХРУСЛОМЕНЫ (КАНДАЛАКШСКИЙ ЗАЛИВ БЕЛОГО МОРЯ)

Г.Н. Лосюк*, Е.Д. Краснова**, Н.М. Кокрятская*, Д.А. Воронов***

** Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. академика Н.П. Лаверова РАН, г. Архангельск, glosyuk@yandex.ru, kokr@yandex.ru*

*** Биологический факультет МГУ ми. М.В. Ломоносова, Москва, e_d_krasnova@mail.ru*

****Ин-т проблем передачи информации имени А.А. Харкевича РАН; НИИ физико-химической биологии им. А.Н. Белозерского, МГУ, Москва, da_voronov@mail.ru*

MAIN HYDROLOGICAL PARAMETERS OF THE BOLSHYE KHRUSLOMENY LAKE (KANDALAKSHA BAY OF THE WHITE SEA)

G.N. Losyuk*, E.D. Krasnova**, N.M. Kokryatskaya*, D.A. Voronov***

**N. Laverov Federal Center of Integrated Arctic Research*

***Department of Biology, Moscow State University, Moscow*

****Kharkevich Institute for Information Transmission Problems, Russian Academy of Sciences, Belozersky Institute of Physico-Chemical Biology, Moscow State University, Moscow*

Аннотация. Представлены данные исследований гидрологических и гидрохимических параметров стратифицированного озера Большие Хрусломены, расположенного на о. Олений в Кандалакшском заливе Белого моря. Содержание большого количества сероводорода в придонном горизонте водоёма были подтверждены в ходе многолетних исследований.

Ключевые слова: стратифицированный водоем, сероводород, цикл серы, Белое море.

Введение

Кольский берег Белого моря имеет изрезанную линию и в результате постгляциального изостатического поднятия небольшие заливы и бухты начинают отделяться от моря и образовывать озера – изоляты. Одна из стадий такого отделения – меромиктическая (образование устойчивой стратифицированной структуры). Образующиеся отеляющиеся водоемы имеют уникальные гидрохимические условия, способствующие интенсивному протеканию процесса сульфатредукции и накоплению в придонных горизонтах большого количества токсичного для гидробионтов сероводорода.

Объект и методы

В работе представлены результаты исследований, проведенных во время экспедиций в Кандалакшском заливе Белого моря в окрестностях Беломорской биологической станции им. Н.А. Перцова Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (ББС МГУ).

Для исследований был выбран водоём Большие Хрусломены (66°42,97'N 32°51,54'E), расположенный в районе Полярного круга в Кандалакшском заливе Белого моря рядом с пос. Лесозаводский на о. Олений (Кандалакшский район Мурманской области) [2]. Озеро отделено от моря фильтрующей дамбой, через которую соленая вода при каждом приливе поступает в водоём. Озеро имеет изрезанную береговую линию, пробы отбирали в центральной наиболее глубокой части водоёма (глубина около 20 м).

Пробы воды отбирали погружным насосом (в августе 2013 г., марте 2017 г.) и горизонтальным погружным поликарбонатным батометром (в марте и

сентябре 2018 г., в марте 2019 г.). Гидрохимические параметры регистрировали кондуктометром WTW Cond 315i, оксиметром Марк 302 Э, pH-метром и Eh-метром WaterLiner WMM-73. Сероводород определяли фотометрическим методом по РД 52.24.450-2010 на фотометре Эксперт 003 и йодометрическим методом по РД 52.10.742-2010. Пробы воды с высоким содержанием сероводорода при отборе разбавляли дистиллированной водой и анализировали обоими методами [1].

Обсуждение результатов

Озеро Большие Хрусломены на протяжении последних десяти лет, охваченных нашими исследованиями, имеет устойчивую стратифицированную структуру (меромиктическую): солоноватый (4-7‰) верхний слой толщиной около 2 м (миксолимнион), ниже располагается гало-, термо- и хемоклин, а в монимолимнионе сохраняется реликтовая солёная вода с наибольшей соленостью возле дна около 24‰ и высоким содержанием сероводорода.

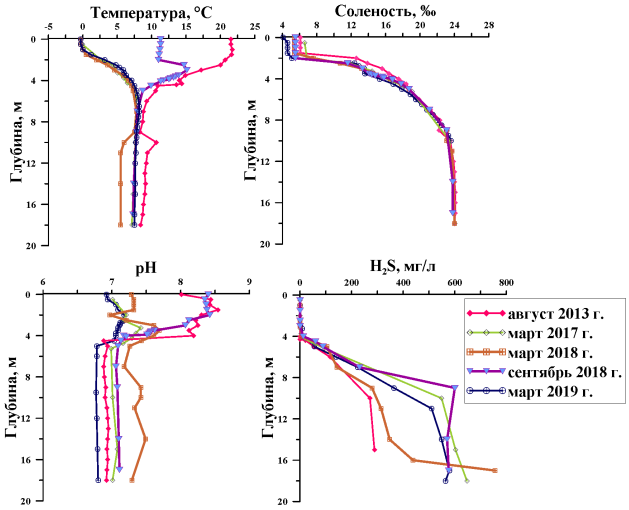


Рис. 1. Гидрологические параметры и содержание сероводорода в озере Большие Хрусломены.

Профили температуры в озере (рис. 1) характерны для меромиктических озер, где сезонные колебания температуры происходят только в верхнем слое и; в оз. Б. Хрусломены они ограничены глубиной 4 м. В зоне ниже хемоклина, расположенного на горизонте около 3 м, температура остается практически одинаковой ~7°C. Небольшие отклонения от этого значения наблюдались в августе 2013 г. и марте 2018 г.

Солёность (рис. 1) по всему профилю оставалась почти неизменной на протяжении всего периода исследований: опресненный верхний слой водной толщи около 2 м с соленостью около 4-7‰, ниже располагается галоклин, и соленость возрастает до 20‰ на глубине 6 м, а в придонных горизонтах остается постоянной (~ 24‰).

Показатель pH имеет небольшие отклонения от значения 7 в зоне ниже хемоклина. В верхних горизонтах изменения отмечены в теплые сезоны (в ав-

густе 2013 г. и сентябре 2018 г.): pH смещен в щелочную область, что связано с активно протекающими фотосинтетическими процессами в миксолимнионе.

Сероводород (продукт бактериальной сульфатредукции) в озере обнаруживается с глубины 4 м (под хемоклином), и его содержание возрастает с глубиной до огромных значений (~ 600 мг/л). Большие концентрации сероводорода в придонном горизонте были подтверждены двумя методами: фотометрическим и йодометрическим. Высокие значения содержания H_2S сохраняются на протяжении нескольких лет исследований в разные сезоны. Таким образом, в водоёме сложилась устойчивая стратифицированная структура с анаэробными условиями в зоне ниже хемоклина и накоплением в монимолимнионе больших концентраций сероводорода. Такие же огромные значения содержания H_2S нами были ранее определены в другом меромиктическом водоеме, отделяющемся от Белого моря – в озере Трехцветном [3].

Выводы

В результате проведенных многолетних исследований была подтверждена устойчивая стратифицированная структура (меромиксия) озера Большие Хрусломены. В придонном анаэробном слое водоёма (монимолимнионе) активно протекает процесс бактериального восстановления сульфатов с накоплением у дна сероводорода в огромных концентрациях, достигающих значений ~ 600 мг/л. Это больше, чем в других известных бассейнах с сероводородным заражением (Черное море, озеро Могильное, фьорд Фрамварен). По содержанию сероводорода в придонных горизонтах озеро Большие Хрусломены можно сравнить с другим меромиктическсим водоёмом, отделившемся от Кандалакшского залива Белого моря, – с озером Трехцветное.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 19-05-00377).

Литература

[1] *Дубинин А.В., Демидова Т.П., Кременецкий В.В., Кокрятская Н.М., Римская-Корсакова М.Н., Якушев Е.В*. Определение восстановленных форм серы в анаэробной зоне Черного моря: сравнение методов спектрофотометрии и иодометрии. / Океанология, 2012. Т. 52, №2. С. 200-209.

[2] *Краснова Е.Д*. Водоёмы, отделяющиеся от Белого моря: разнообразие и типовая структура. / Изучение, рациональное использование и охрана природных ресурсов Белого моря (сборник статей). СПб: Зоологический институт РАН, 2007. С. 115-118.

[3] *Losyuk G., Kokryatskaya N., Krasnova E*. Formation of hydrogen sulfide in isolated basing at the Karelian of the White sea coast. / EARSeL eProceedings, Vol. 14, Special Issue: 1st Student Workshop on Ecology and Optics of the White Sea, 2015. P. 49-54.

S u m m a r y. The paper presents the data of hydrological and hydrochemical parameters in the stratified Lake Bolshye Khruslomeny, located on the Oleny Island of the Kandalaksha Bay (White Sea). In the course of multi-year research the accumulation of a large amount of hydrogen sulfide in the near-bottom horizon of a reservoir has been confirmed.

ОЗЕРА ЛЕТНЕГО БЕРЕГА БЕЛОГО МОРЯ: МЕХАНИЗМЫ И ХРОНОЛОГИЯ ИЗОЛЯЦИИ. ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ

Т.Ю. Репкина*, Ю.А. Кублицкий**, П.А. Леонтьев**, Н.Е. Зарецкая***, А.Е. Беличенко****, Ф.А. Романенко*, О.С. Шилова*, А.О. Перетрухина**, Д.А. Щербаков**, А.П. Яковлева*

**МГУ имени М.В. Ломоносова географический факультет, г. Москва, t-repkina@yandex.ru*
***РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург*
****ГИН РАН, г. Москва*
*****ИА РАН, г. Москва*

LAKES OF LETNIY (SUMMER) COAST OF THE WHITE SEA: MECHANISMS AND CHRONOLOGY OF ISOLATION. PRELIMINARY DATA

T.Yu. Repkina*, Y.A. Kublitskiy**, P.A. Leontev**, N.E. Zaretskaya***, A.E. Belichenko****, F.A. Romanenko*, O.S. Shilova*, A.O. Peretruchina**, D.A. Sherbakov**, A.P. Yakovleva*

**Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University, Moscow*
***Herzen State Pedagogical University, St. Petersburg*
****Geological Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow*
*****Institute of Archeology of the Russian Academy of Sciences, Moscow*

Аннотация. На западном побережье Унской губы (Летний берег Белого моря) выполнены геоморфологическое и археологическое обследование, промеры глубин озер Мураканского и Малого Мураканского (6,9 и 10,9 м н.у.м.), литостратиграфическое описание, диатомовый анализ и радиоуглеродное датирование отложений этих озер, котловин палеозаливов и морских террас. Лагуны на высотах 5-9,5 м были изолированы ~5,5-2,5 тыс. л.н. в результате замыкания аккумулятивными формами, огибавшими выступы морены, и постгляциального поднятия. На бóльших высотах главным механизмом изоляции водоемов было поднятие берега.

Ключевые слова: береговая зона, морфодинамика, уровень моря, диатомовый анализ, хронология, археологические памятники, Белое море.

Введение

Механизмы изоляции заливов, проливов и лагун от моря и продолжительность меромиктической стадии развития водоемов определяются сочетанием скоростей поднятия берега, образования береговых аккумулятивных форм и величины длительных (эвстатических) и краткосрочных – регулярных (приливы) и экстремальных (нагоны, цунами) колебаний уровня. На фиардово-шхерных берегах Кандалакшского залива, поднимавшихся в начале голоцена со скоростью – 10-100 мм /год [6, 10], а в последние столетия – 1-6 мм /год [9], дифференцированное воздымание берега – ведущий фактор изоляции водоемов [8]. Образование небольших аккумулятивных форм может более чем в два раза – на 100-150 лет, ускорить изоляцию [8], а штормы и нагоны редкой повторяемости замедляют развитее водоема [7]. На Летнем берегу Белого моря, где восходящие движения были медленнее (0,3-0,9 мм/год) [11, 12], слагающие берег ледниковые суглинки, более податливы размыву, чем скалы западного побережья, а береговые процессы существенно активней [10], последние стали главным фактором отчленения водоемов. Этот механизм, типичный для аккумулятивных берегов гляциальных шельфов, изучен на побережье Унской губы.

Регион исследований, объекты и методы

Унская губа – эстуарий с площадью акватории ~150 км^2, имеет ширину 1-9 км, вдается в Онежский полуостров на 30 км и сообщается с Двинским заливом узким проливом – «горлом». Губа приурочена к древнему грабену северо-восточного простирания [4], борта которого поднимались быстрее, чем днище [1, 4]. На побережье и морском дне сохранился рельеф краевой зоны нескольких стадий деградации последнего оледенения, в той или иной мере измененный морем [4]. На отметках 20-110 м облик рельефа определяют холмы и гряды, сложенные каменистой мореной. На высотах 10-20 м понижения ледникового рельефа заняты плоскими болотами и остаточными озерами, соединенными заболоченными ложбинами. Они представляют собой проливы и заливы, заполнявшиеся при более высоком положении относительного уровня моря, вероятно, в аллерёде – позднем дриасе [4]. На отметках до 10-11 м берег окаймляют голоценовые морские террасы с перевеянными песчаными береговыми валами, болотами и озерами между ними [10]. Ширина террас на западном берегу губы достигает 5 км, а на восточном – 2,5 км. В тылу террас, на контакте моренных построек и наиболее древних береговых форм, возникли лагуны. На их берегах обнаружены археологические памятники Беломорской морской культуры позднего неолита – раннего металла (~ IV-II тыс. до н.э.) [2]. Одно из необходимых условий бытования стоянок – непосредственная близость к берегу моря. Положение и относительный возраст памятников позволили предположить, что лагуны были связаны с морем долгоживущими проливами [3].

На западном побережье Унской губы проведены геоморфологическое профилирование и картографирование окрестностей стоянок, рекогносцировочные археологические маршруты, полевое дешифрирование космических снимков высокого и сверхвысокого разрешения. Высота террас, разрезов и скважин над уровнем моря определена с помощью ручного уровня CST Berger 17-632 Hand Sight Level и мерной рейки. С помощью эхолота Lowrance LMS-480 и ручного лота впервые определена глубина озер Мураканского и Малого Мураканского. Отложения этих озер пробурены в 4-х точках с помощью русского торфяного бура, а осадки палеозаливов, проливов и понижений между береговыми валами – торфяным буром Гиллера-1 и буром для плотных грунтов Eijkelkamp (25 скважин). Максимальная глубина скважин на суше составила 5,2 м, а на дне озёр – 3,5 м. В результате охарактеризован разрез отложений западного побережья губы на отметках от -0,5 до 15 м над уровнем моря. Отобраны образцы на диатомовый, геохимический и ботанический анализы и радиоуглеродное датирование. Возраст отложений определен в лаборатории геохимии изотопов и геохронологии Геологического института РАН. Калибровка радиоуглеродных дат выполнена в программе Calib 611 с помощью калибровочной кривой IntCal09. Проведен предварительный диатомовый анализ образцов. Результаты полевых исследований и первые аналитические данные позволили восстановить механизмы и последовательность изоляции бассейнов и получить первые представления о хронологии событий.

Результаты и их обсуждение

На высотах 10-20 м котловины озер и палеопроливов наследуют конфигурацию затопленного ледникового рельефа. Котловина оз. Малого Мураканского (урез – 10,9 м) соединена с оз. Мураканским палеопроливами с отметками днища 10,9-15 м. Дно озера неровное. Максимальные (до 4 м) глубины приурочены к подножию моренной гряды у западного берега. В наиболее глубокой части озера на предположительно морских среднезернистых песках (~0,1 м), подстилаемых плотными опесчаненными глинами, вскрыт торф (0,07 м). Он перекрыт гидротроилитом и гиттией (2,9 м). Строение разреза говорит о полном осушении котловины и последующем ее заполнении пресными водами. На днищах палеопроливов под торфом (4-4,5 м) вскрыты сизо-серые слабо опесчаненные суглинки и желто-серые суглинистые пески с единичной галькой, не содержащие диатомей. Существование проливов предварительно может быть сопоставлено с послеледниковой трансгрессией (13,5-11,5 тыс. кал. л.н.) [5], а их осушение – с регрессией раннего голоцена 11,5-9,8 тыс. кал. л.н. [5], когда на восточных берегах Белого моря торф имел площадное распространение.

Палеолагуны – озеро Мураканское (урез 6,9 м), болото Горбоватый Мох (отметки 5,2-7,8 м) и безымянные болота на высотах 8-9 и 9-9,5 м, отгорожены от Двинского залива сложной перевеянной косой с отметками 10-11 м, протяженностью ~13 км и шириной 250-500 м. Ядрами аккумуляции наносов были формы ледникового рельефа. Основание косы примыкает с северо-запада к моренной гряде, образующей западный берег оз. Мураканского. Во внутренней части косы выделены не менее 4-х генераций более мелких кос, нараставших с запада на восток, по мере выдвижения примыкавших к моренным холмам и отчленявших лагуны. Наиболее молодая, восточная, генерация сформировалась не позднее 4770±40 ^{14}C (5,5 тыс. кал.) л.н. (ГИН-14943). Т.е. регулярное сообщение лагун с Двинским заливом прервалось в начале позднего голоцена. Однако эпизодическое проникновение вод открытого моря было возможно в экстремальные штормы и нагоны, прорывавшие косу. Наиболее крупные прорывы (промои) обнаружены при корне косы и в ее дистальной части, в районе стоянки Горбоватый Мох [3]. Водообмен с Унской губой прекращался постепенно, по мере отмирания проливов, занимавших понижения моренного цоколя. По морфологическим признакам проливы «закрывались» в результате понижения относительного уровня моря, без заметного участия прибрежно-морской аккумуляции. Это типично для берегов, защищенных от сильных ветров. Последним был отчленен пролив с отметками днища 6,5-7 м, приуроченный к крупному промою в дистали косы у стоянки Горбоватый Мох [3]. С глубины 1,87-2,03 м из слабо оторфованного сапропеля, содержащего диатомеи, характерные для переходного горизонта, получена дата 2360±60 ^{14}C (2,3-2,5 тыс. кал.) л.н. (ГИН-15720). Сочетание комплекса разнородных факторов: высоты порогов стока, обусловленной положением моренного цоколя, выдвижения аккумулятивных форм, эпизодически прорываемых штормами, и темпов относительного поднятия берега, определило индивидуальный сценарий развития каждого бассейна. Значимость локальных факторов иллюстрирует строение отложений оз. Мураканского (описание разрезов см. в статье А.О. Перетрухиной с соавторами

в этом сборнике). Котловина озера (длина 6,3 км при ширине 1,8-3,3 км) состоит из двух ванн, разделенных перемычкой, протянувшейся от моренного холма на южном берегу водоема. Максимальная глубина западной котловины – 5,2 м, восточной – 4,0 м. Глубины над перемычкой – 1,8-3,9 м. На северном берегу озера на перемычку насажена дисталь наиболее древней генерации внутренних кос, при относительном уровне моря ниже 3,9 м отчленявшей западную котловину. По данным бурения (точка 3, глубина воды – 4 м; вскрытая мощность отложений – 3,5 м) переход от морских к озерным условиям накопления осадков здесь был постепенным. На восточном склоне перемычки (точка 1, глубина – 3,5 м, мощность отложений – 1,3 м) кровля морских осадков, вероятно, испытала размыв. В восточной котловине (точка 2, глубина – 4 м, мощность отложений – 2 м) по составу осадков выделяются два этапа заполнения морскими водами, разделенные эпизодом полного осушения и накопления торфа. В глинистых алевритах, перекрывающих торф, присутствуют прибрежно-морские диатомеи. В подстилающих его сизо-серых глинах с растительными остатками, по предварительным данным диатомеи не обнаружены. В отсутствии радиоуглеродных определений возраста осадков накопление торфа можно предварительно сопоставить с регрессией раннего голоцена, а его последующее заполнение морскими водами – с трансгрессией среднего голоцена тапес.

Выводы

Выделены два геоморфологических уровня с разной глубиной и характером переработки морем ледникового рельефа и механизмами отчленения водоемов. Лагуны на высотах 5-9,5 м существовали ~5,5-2,5 тыс. л.н. и были изолированы в результате слабого постгляциального поднятия и замыкания аккумулятивными формами, огибавшими выступы морены. Их связь с морем, по-видимому, возобновлялась в результате прорывов кос в экстремальные штормы. Берега долгоживущих проливов были удобны для размещения стоянок носителей приморских археологических культур. На бóльших высотах главным механизмом изоляции водоемов было поднятие берега; их заполнение можно сопоставить с позднеледниковой трансгрессией, а осушение – с регрессией раннего голоцена.

Благодарности

Работы выполнены в рамках тем ГЗ АААА-А16-116032810089-5 и АААА-А16-116032810055-0 и договора о научном сотрудничестве № 325 от 17.05.2017 г. между НП «Кенозерский» и географическим факультетом МГУ имени М.В. Ломоносова при частичной поддержке проекта РФФИ 19-05-00966. Геохронологические исследования выполнены в рамках ГЗ ГИН РАН.

Литература

[1] *Авенариус И.Г.* Морфоструктура Беломорского региона. / Геоморфология. 2004. № 3. С. 48-56.

[2] *Беличенко А.Е.* Отчет об археологических разведках на территории Архангельской области (район Унской губы Белого моря, Беломоро-Кулойское плато, оз. Лодемское) в 1997 году. Архив АКМ Ф. 3, оп.3, д. 951.

[3] *Беличенко А.Е., Репкина Т.Ю., Яковлева А.П.* К вопросу о формировании береговой линии Белого моря и датировке памятников неолита – раннего металла. / Тверской археологический сборник. Вып. 12. Тверь: Триада, 2019. С. 28-33 (в печати).
[4] Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Издание второе. Серия Онежская. Листы Q-37-XXVII, XXVIII. Объяснительная записка. СПб.: ВСЕГЕИ, 2000. 56 с.
[5] *Колька В.В., Корсакова О.П.* Положение береговой линии Белого моря и неотектонические движения на северо-востоке Фенноскандии в позднеледниковье и голоцене. / Система Белого моря. Т. IV. Процессы осадкообразования, геология и история. М.: Научный мир, 2017. С. 222-249.
[6] *Краснова Е.Д., Демиденко Н.А., Пантюлин А.Н., Фролова Н.Л., Ефимова Л.Е., Широкова В.А.* Термический и ледовый режим реликтовых водоемов, отделяющихся от Белого моря. / Динамика и термика рек, водохранилищ и прибрежной зоны морей. VIII Международная научно-практическая конференция (Москва, РУДН, 24-27 ноября 2014 г.). Т. 1. Москва, 2014. С. 430-443.
[7] *Репкина Т.Ю., Аляутдинов А.Р., Луговой Н.Н., Романенко Ф.А., Энтин А.Л.* Геоморфологические условия формирования меромиктических водоемов побережья Кандалакшского залива Белого моря. / Изучение, рациональное использование и охрана природных ресурсов Белого моря. – Зоологический институт РАН Санкт-Петербург, 2017. С. 165-168.
[8] *Репкина Т.Ю., Романенко Ф.А.* Рельеф побережий Бабьего моря и о. Великого: история развития и современные изменения. / Труды ББС. Т. 12. Т-во научных изданий КМК. М., 2016. С. 177-210, 245-251.
[9] *Романенко Ф.А., Шилова О.С.* Послеледниковое поднятие Карельского берега Белого моря по данным радиоуглеродного и диатомового анализов озерно-болотных отложений п-ова Киндо. / ДАН. 2012. Т. 442. № 4. С. 544-548.
[10] *Сафьянов Г.А., Репкина Т.Ю.* Динамика берегов Унской Губы (Летний берег Белого моря) // Геоморфология. 2013. № 1. С. 82-89.
[11] *Baranskaya A.V, Khan N., Romanenko F.A., Roy K., Peltier W.R., Horton B.P.* A postglacial relative sea-level database for the Russian Arctic coast // Quarternary Science Reviews. 2018. Vol. 199. P. 188-205.
[12] *Kemp A.C., Horton B.P., Nikitina D.L., Vane C.H., PotapovaM., Weber-Bruya E., Culver S.J., Repkina T., Hill D.F. and Selezneva E.* The distribution and utility of sea-level indicators in Eurasian sub-Arctic salt marshes (White Sea, Russia) // - Boreas. 2017. DOI:10.1111/bor.12233.

S u m m a r y. A geomorphological, paleolimnological and archaeological survey was conducted on the coast of Una Bay (Letniy Coast of the White Sea). The depths of the lakes Murakansky and Maly Murakansky (6.9 and 10.9 m above sea level) are measured. Lithostratigraphic description, diatom analysis, and radiocarbon dating of deposits of these lakes, basins of ancient bays and straits, and sea terraces have been performed. The lagoons at heights of 5-9.5 m were insulated ~ 5.5-2.5 kyr BP as a result of the closure by spits that enveloped the moraine protrusions, and postglacial raising of the shore. At higher altitudes, the main mechanism for isolating water bodies was to raise the shore.

ОСТРОВА ОКЕАНА. МОГИЛЬНОЕ И ДРУГИЕ ОЗЕРА

П.П. Стрелков
СПбГУ, г. Санкт-Петербург, МАГУ, г. Мурманск, p_strelkov@yahoo.com

ISLANDS OTHE OCEAN. MOGILNOE AND OTHER MARINE LAKES

P.P. Strelkov
St. Petersburg State University, St. Petersburg, Murmansk Arctic State University, Murmansk

Аннотация. В докладе дается краткий обзор океанических морских озер и обосновывается, почему оз. Могильное можно считать архетипом морских озер. Я также напоминаю о вехах истории исследований оз. Могильного и представляю текущий проект РГО «Колыбельная трескового озера. Документация экосистемы озера Могильного (о. Кильдин, Баренцево море)». Цель проекта – объяснить последние негативные изменения в экосистеме озера. Название проекта отражает опасения, что мы изучаем уходящую натуру – морское озеро в период его угасания.

Ключевые слова: анхиалиновые системы, морские изоляты, оз. Могильное, история исследований, вековая динамика, не предсказанные негативные изменения, экспедиция РГО.

Введение

Согласно К.М. Дерюгину (1925), оз. Могильное на о. Кильдин в Баренцевом море – маленькое пресноводно-морское меромиктическое озеро, в котором поверхностный слой воды пресный, придонный соленый и отравленный сероводородом, а промежуточный соленый и аэрированный. Морская вода попадает в озеро под землей, просачиваясь через рыхлые земные породы. Озеро населяет небогатое сообщество организмов, в том числе медузы, актинии, губки, рыба треска. В планктоне сосуществуют пресноводные и морские виды. Некоторые обитатели озера – эндемики, продукты видообразования in situ.

Традиционно принимается, что экосистема оз. Могильного в высокой степени стабильна (структура толщи вод и биоразнообразие мало меняются во времени), существует в условиях изоляции (озерные популяции – изолированные генофонды), и что оз. Могильное «уникально» (других подобных водоемов нет). Вопросу о степени изоляции макросообщества озера посвящено сообщение П.А. Джелали. Здесь я комментирую гипотезы об уникальности и стабильности экосистемы озера.

Объекты и методы

Данные комплексных исследований оз. Могильного конца XIX – начала XX веков обобщены Дерюгиным в знаменитой книге «Реликтовое озеро Могильное…» (1925), конца 1960-х и 1990-х – в одноименных монографиях, изданных ММБИ (1975) и ПИНРО (2002), начала текущего века – в работе Strelkov et al. (2014). В последней работе обобщены литературные данные по заморским водоемам, подобным оз. Могильному. Я также использую неопубликованные данные последних лет, собранные в экспедициях СПбГУ и РГО на оз. Могильное.

Обсуждение результатов

Морские озера. Морскими называют озера, которые сообщаются с морем (они – часть океана) и где обитают морские животные и растения. В очерченный круг не входят континентальные соленые озера; пресные, в которых встречаются животные морского происхождения, например Байкал (в старые времена их назвали реликтовыми, калька с немецкого Reliktsee); наконец, различные морские лагуны и лиманы. Различают морские озера – изоляты (land-locked waters), которые сообщаются с морем поверхностно, и анхиалиновые озера (anchialine lakes), которые сообщаются с морем под землей. В Арктике описаны озера – изоляты. Могильное – единственное изученное арктическое анхиалиновое озеро. В тропических анхиалиновых озерах часто встречаются сцифоидные медузы, актинии и губки («медузовые» озера), а в арктических изолятах – треска («тресковые» озера). Могильное уникально тем, что объединяет в себе самые характерные признаки морских озер, как анхиалиновых тропических, так и арктических озер – изолятов. Поскольку Могильное еще и старейшее по времени изучения морское озеро (с конца 19 века), его можно назвать архетипом морских озер во всех смыслах этого слова.

Вековая динамика оз. Могильного**.** По геологическим данным, Могильное образовалось из морской лагуны 1-1.5 тыс. л.н. (Митяев и др., 2008). Период планомерных исследований водоема составляет примерно 10% его геологического возраста. Ни одно морское озеро не наблюдалось учеными так долго, как Могильное. Поэтому о вековой динамике морских озер по данным прямых наблюдений мы можем судить только на примере Могильного. Наблюдения последних 15 лет позволяют оценить масштаб декадной динамики экосистемы, которая оказалась неожиданно большой, и «негативной». Негативной в том смысле, что озеро теряет свои уникальные и публично привлекательные черты. За последние 10 лет зона придонного сероводородного заражения в озере расширилась 7-6 до 8-9 м, а соленость воды на поверхности увеличилась до 5-7 грамма солей на литр, превысив «критические» для существования пресноводных организмов значения. Действительно, пресноводные виды более не составляют существенного компонента биоты озера, по крайней мере, летом. Для сравнения, в 1926 году соленость поверхностного пятиметрового слоя воды в озере была 3 г. солей на литр, а ширина зоны придонного заражения была 4 метра. Масштаб изменений за 10 лет сопоставим с таковым за предыдущий столетний период исследований!

В современном состоянии оз. Могильное даже с натяжкой не назовешь пресноводно-морским. На фоне масштабных изменений, опасения вызывает и судьба морских сообществ. В бентосе отмечено смещение зон обитания видов на меньшие глубины, а также качественные изменения. Например, единственная в озере колония крупных сабеллидных полихет *Pseudopotamilla reniformis*, обитавшая на глубине 6-8 м, исчезла. Скорее всего, озеро лишилось одного из самых эффектных своих обитателей.

Для объяснений последних изменений в водоеме потребовалось провести новое комплексное исследование озера, что оказалось возможным благодаря поддержке Русского географического общества и научной общественности.

Название проекта РГО № 13/2018-Р «Колыбельная трескового озера. Документация экосистемы озера Могильного (о. Кильдин, Баренцево море)» отражает опасения, что мы изучаем уходящую натуру – морское озеро в период его угасания. В 2018 году, в экспедиционных работах по проекту приняли участие 15 студентов и 15 специалистов из МАГУ, МГУ и СПбГУ, четыре коллеги из других ВУЗов и НИИ и четыре тележурналиста мурманских СМИ. Всего, мы провели в экспедициях 275 человеко-дней. Последняя экспедиция на озеро, которая обещает быть многолюдной, запланирована на начало июня 2019 г. Отчеты о полевых работах доступны на сайте Мурманского отделения РГО https://www.rgo.ru/ru/murmansk.

Выводы

Памятник природы федерального значения, единственное известное анхиалиновое озеро в России и в Арктике, первое морское озеро на карте и в истории науки, Могильное в последние годы демонстрирует непредсказанную масштабную динамику, чреватую кризисом экосистемы. Для объяснения динамики, в 2018-2019 гг. РГО проводит масштабные комплексные исследования озера.

Литература

[1] Реликтовое озеро Могильное. Л: Наука. 1975, 298 с.
[2] *Дерюгин К.М.* Реликтовое озеро Могильное (Остров Кильдин в Баренцевом море) // Тр. Петергофского естест.-науч. ин-та, N2. Л.: Главнаука. 1925, 111 с.
[3] *Митяев М.В., Корсун С.А., Стрелков П.П., Матишов Г.Г.* Древние береговые линии Восточного Кильдина. / Доклады Академии наук. 2008, Т. 423, № 4, С. 546-550.
[4] Реликтовое озеро Могильное (Исследования 1997-2000 гг.). Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2002, 164 с.
[5] *Strelkov P., Shunatova N., Fokin M., Usov N., Fedyuk M., Malavenda S., Lubina O., Poloskin A., Korsun S.* Marine Lake Mogilnoe (Kildin Island, the Barents Sea): one hundred years of solitude // Polar Biology. 2014, Vol. 37, P. 297–310

S u m m a r y. In the report, I present a brief review of oceanic marine lakes and give my reasons why Lake Mogilnoe is an archetype of marine lakes: the first marine lake on the geographical map and in the history of Science, Mogilnoe demonstrates all basic properties of marine lakes, both tropical «jellyfish» lakes and arctic «cod» lakes. I further outline the history of Lake Mogilnoe studies and present information about the ongoing Russian Geographical Society project «The lullaby of a Cod Lake. Documentation of Lake Mogilnoe (Kildin island, The Barents Sea) ecosystem». The mission of the Project – interpretation of the recent negative changes in the lake.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАТОМЕЙ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ОСАДКАХ МЕРОМИКТИЧЕСКОГО ОЗЕРА ЕЛОВОЕ, КАРЕЛЬСКИЙ БЕРЕГ БЕЛОГО МОРЯ

О.С. Шилова
МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, o.olyunina@mail.ru

DISTRIBUTION OF DIATOMS IN SURFACE SEDIMENTS OF ELOVOYE LAKE, MEROMICTIC LAKE ON THE KARELIAN COAST OF WHITE SEA

O.S. Shilova
Lomonosov Moscow State University, Moscow

Аннотация. Изучены диатомовые ассоциации в поверхностных осадках меромиктического озера Еловое, расположенного на Карельском берегу Белого моря. Во всех пробах массового развития достигают пресноводные и пресноводно-солоноватоводные виды семейства Fragilariaceae. За исключением семейства Fragilariaceae обнаруживается четкая зональность видового состава: для прибрежной зоны характерны пресноводные и пресноводно-солоноватоводные виды, тогда как ниже галоклина – солоноватоводные и морские виды диатомей.

Ключевые слова: диатомеи, меромиктические озера, донные отложения, Белое море.

Введение

Меромиктические озера, по-видимому, являются закономерным этапом эволюции отделяющихся от моря водоемов [1]. В разрезах донных отложений поднятых озер стадия меромиктического озера представлена тонкими слоистыми органогенными илами, длительность ее по оценкам может оставлять несколько сотен лет [2]. Специальных исследований диатомей в донных осадках современных меромиктических озер на побережье Белого моря до настоящего времени не проводилось. Однако подобное исследование весьма актуально, поскольку интерпретация данных диатомового анализа, являющегося одним из основных методов при изучении перемещения береговой линии моря, опирается на изучение особенностей формирования диатомовых ассоциаций в донных осадках современных водоемов различного типа. Особенности накопления диатомей в поверхностных осадках меромиктических водоемов будут определяться сосуществованием в озере сообществ диатомовых водорослей, адаптированных к разной солености, и наличием анаэробной зоны, непригодной для их обитания. Постоянная стратификация и резкие различия в физико-химических характеристиках водных масс должны отражаться в концентрической зональности диатомовых ассоциаций в донных осадках меромиктических водоемов.

В апреле и сентябре 2018 г. исследованы 6 меромиктических водоемов в районе Беломорской биологической станции МГУ имени Н.А. Перцова, находящихся на разной стадии изоляции от моря: озера Нижнее Ершовское, Трехцветное, Еловое, Большие Хрусломены и Кисло-Сладкое и лагуна на Зеленом мысе. В данной работе представлены результаты диатомового анализа поверхностных отложений озера Елового.

Материалы и методы

Оз. Еловое (66°28′53″N, 33°16′50″E) расположено на Карельском берегу Белого моря на северо-западном побережье губы Кузокоцкой и отделено от мо-

ря каменистым барьером. Длина озера 1000 м, ширина 400 м, максимальная глубина – 5,5 м. Оно имеет пресный (0,1-0,4‰) поверхностный слой толщиной 0,5-1 м и соленый слой (16-25‰), разделенные узким галоклином [1]. Озеро может считаться меромиктическим, поскольку такая структура сохраняется в течение всего года. На глубине 3,5 м фиксируется хемоклин, выше которого условия аэробные, а ниже – появляется сероводород.

Диатомовые ассоциации изучены в 12 пробах поверхностного слоя донного грунта (0-1 см), собранных с помощью дночерпателя. Глубина воды в местах их отбора составила от 0,5 до 5,0 м. В каждой пробе определялось 500 створок и рассчитывалась концентрация диатомей в 1 г воздушно-сухого осадка.

Результаты

Состав и структура диатомовых ассоциаций в поверхностных осадках оз. Еловое существенно различаются для разных интервалов глубин. Осадки прибрежной части озера до глубины 1 м, соответствующие пресному поверхностному слою, характеризуются очень высокими концентрациями створок диатомей (до 2 млрд. ств./г) за счет массового развития мелких колониальных форм – представителей семейства Fragilariaceae: *Stauroforma exiguiformis* (Lange-Bertalot) Flower & Jones, *Staurosira* cf. *venter* (Ehrenberg) Cleve & Moeller, *Pseudostaurosira brevistriata* (Grunow) D.M. Williams & Round, *Fragilaria sopotensis* Witkowski & Lange-Bertalot, *Pseudostaurosira* sp. На их долю приходится более 90% всех створок. Они являются обрастателями камней и макрофитов, но также часто отмечаются в планктоне, особенно в небольших мелководных озерах. Большинство классифицируется как пресноводные виды, индифференты или галофобы [4, 5], только *F. sopotensis* представляет собой пресноводно-солоноватоводный вид, обычный для марша [7]. Если исключить из подсчета массовые виды семейства Fragilariaceae, то в составе диатомовых ассоциаций прибрежной зоны преобладают бентосные олигогалобные виды: *Epithemia adnata* (Kützing) Brébisson, *Mastogloia smithii* Thwaites, *Rossithidium pusillum* (Grunow) Round et Bukhtiyarova, *Navicula vaneeii* Lange-Bertalot in Witkowski, Lange-Bertalot & Stachura, *Caloneis silicula* (Ehrenberg) Cleve, *Achnanthidium minutissimum* (Kützing) Czarnecki 1994, *Melosira varians* C.Agardh, *Brachysira neoexilis* Lange-Bertalot, *Navicula radiosa* Kützing. Доля галофилов среди них составляет около 20%. Также присутствуют поли- и мезогалобы, но, за исключением *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve, их вклад незначителен. *P. sulcata* традиционно считается морским видом, но широко распространена в прибрежных частях морей и, по недавним исследованиям [3], переносит распреснение до 1‰.

В области соленого слоя выше хемоклина концентрация диатомей в осадках по прежнему высокая, хотя и снижается в несколько раз по сравнению с прибрежной зоной. Также в массе представлены виды семейства Fragilariaceae, но их суммарное содержание уменьшается до 70-80%, а видовой состав становится более разнообразным и включает некоторые мезогалобные виды, например *Opephora guenter-grassii* (Witkowski & Lange-Bertalot) Sabbe & Vyverman. Без учета семейства Fragilariaceae абсолютно

доминируют морские и солоноватоводные виды: *P. sulcata*, *Karayevia amoena* (Hustedt) Bukhtiyarova, *Melosira moniliformis* (O.F. Müller) C.A. Agardh, *M. arctica* (Ehrenberg) Ralfs in Pritchard, *M. lineata* (Dillwyn) C.Agardh, *Navicula peregrina* (Ehrenberg) Kützing, *Diploneis didyma* (Ehrenberg) Cleve, *Amphora commutata* Grunow. Олигогалобы суммарно составляют только около 10-15% и представлены в основном галофильными и индифферентными видами, часто встречающимися на литорали: *Epithemia adnata* (Kützing) Brébisson, *Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) O. Müller, *Planothidium delicatulum* (Kützing) Round & Bukhtiyarova и др.

В поверхностных осадках в наиболее глубокой части озера ниже хемоклина состав диатомовых ассоциаций смешанный и включает виды обоих зон, описанных выше. Поскольку анаэробные условия исключают возможность развития донных и планктонных диатомей, диатомовые ассоциации формируются за счет сноса осадков с подводных склонов озерной котловины и осаждения диатомей, развивающихся в планктоне выше хемоклина. Практически все параметры диатомовых ассоциаций имеют усредненные значения: концентрации диатомей в осадках, процент и состав створок видов семейства Fragilariaceae, состав доминантов и субдоминантов при исключении из подсчетов видов семейства Fragilariaceae, процентное соотношение поли-, мезо- и олигалобов.

Из-за небольших размеров и глубины озера (хемоклин на глубине 3.5 м играет роль «псевдодна») истинно планктонные виды в озере практически отсутствуют. Меропланктонные виды (*P. sulcata*, *Melosira* spp., *Tabellaria* spp., *Aulacoseira* spp.) имеют невысокие оценки обилия в прибрежной части озера и составляют существеннут часть диатомовых ассоциаций (около 40% без учета сем. Fragilariaceae) в осадках ниже галокина.

В целом видовой состав диатомовых ассоциаций донных осадков оз. Елового близок к таковому оз. Трехцветного, другого меромиктического озера, изученного ранее [6]. Однако в оз. Еловом отмечается четкая зональность состава и структуры диатомовых ассоциаций, в то время как в оз. Трехцветном диатомовые ассоциации показывают хорошее осреднение по площади озера и единство состава доминантов и субдоминантов во всех изученных пробах. Вероятно, это связано с различным положение хемоклина по отношению к галоклину в изученных озерах: практически полное их совпадение в оз. Трехцветном и существенно более низкое положение хемоклина в оз. Еловом.

Заключение

Изучены диатомовые ассоциации в поверхностных осадках небольшого меромиктического озера Еловое, расположенного на Карельском берегу Белого моря. Во всех пробах концентрация диатомей очень высокая, массового развития достигают виды семейства Fragilariaceae, как пресноводные, так и пресноводно-солоноватоводные и солоноватоводные. Доля последних увеличивается ниже галоклина. При исключении из расчетов видов семейства Fragilariaceae обнаруживается четкая зональность видового состава: для при-

брежной зоны характерны пресноводные и пресноводно-солоноватоводные (галофильные) виды, тогда как ниже галоклина абсолютно преобладают солоноватоводные и морские виды диатомей. Диатомовые ассоциации в осадках ниже хемоклина включают виды обоих зон.

Благодарности

Автор выражает глубокую признательность Е.Д. Красновой, Д.А. Воронову и сотрудникам Беломорской биологической станции МГУ имени Н.А. Перцова.

Работы выполнены по теме ГЗ АААА-А16-116032810055-0

Литература

[1] *Краснова Е.Д., Воронов Д.А., Демиденко Н.А., Кокрятская Н.М., Пантюлин А.Н., Рогатых Т.А., Самсонов Т.Е., Фролова Н.Е., Шапоренко С.И.* К инвентаризации реликтовых водоемов, отделяющихся от Белого моря. / Мокиевский О.В., Исаченко А.И., Дгеубадзе П.Ю., Цетлин А.Б. (ред.) Комплексные исследования Бабьего моря, полуизолированной беломорской лагуны: геология, гидрология, биота – изменения на фоне трансгрессии берегов (Тр. Беломорской Биостанции МГУ, т. 12). М., 2016. С. 211-241.

[2] *Субетто Д.А., Шевченко В.П., Лудикова А.В., Кузнецов Д.Д., Сапелко Т.В., Лисицын А.П., Евзеров В.Я., Беек П. ван, Суо М., Субетто Г.Д.* Хронология изоляции озер Соловецкого архипелага и скорости современного озерного осадконакопления. / ДАН, 2012. Т. 446. № 2. С. 183-190.

[3] *Уланова А.А.* 2003. Водоросли водоемов с нестабильной соленостью побережий Белого и Баренцева морей, Автореф. дисс. канд. биол. наук. СПб. С. 1-19.

[4] *Hofman, G., Werum M., Lange-Bertalot H.* Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa. Koeltz Scientific Books, Königstein. 2011. 908 p.

[5] *Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae.* 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae // Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (Eds.). Süsswasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart, Germany. 1991. 2(3). P. 1-576.

[6] *Shilova O.S.* Diatoms in surface sediments of Trekhtzvetnoe Lake // Marine Biology, Geology, Oceanology: Interdisciplinary Research At Marine Stations 80th Anniversary of the Nikolai Pertsov White Sea Biological Station, NOVEMBER 19-21, MOSCOW, 2018. Moscow: KMK Scientific Press Ltd Russian Federation, 2018. P. 69.

[7] *Witkowski A., Lange-Bertalot H. & Metzeltin D.* 2000: Diatom Flora of Marine Coasts I. pp. A.R.G. Gantner, Ruggell. 2000. 925 p.

S u m m a r y. Diatom associations were examined in the surface sediments of the meromictic Elovoye Lake located on the Karelian shore of White Sea. The mass occurrence of species of the family Fragilariaceae was observed in all samples. A clear zonation in the species composition is revealed with the exception of the family Fragilariaceae. The freshwater and freshwater-brackish diatom species are characteristic for the coastal sediments while brackish and marine species dominate in the surface sediments below the halocline.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ЛИМНОЛОГИИ

MODERN PROBLEMS OF THEORETICAL AND APPLIED LYNOLOGY

ОЦЕНКА ПРОЗРАЧНОСТИ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА ПО СНИМКАМ СПУТНИКА LANDSAT-8

А.Р. Баранова*, С.А. Кагукина**, Н.А. Решин*, Л.А. Тимофеева*
*ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», barashr@mail.ru
**Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ» им Л.С. Берга), skagukina@mail.ru

ESTIMATION OF LADOGA LAKE TRANSPARENCY WITH THE USE OF LANDSAT-8 IMAGES

A.R. Baranova*, S.A. Kagukina**, N.A. Reshin*, L.A. Timofeeva*
* Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg
**All-Russian Research Institute Fisheries and Oceanography, SPb branch

Аннотация. Представлены результаты оценки значений прозрачности воды Ладожского озера по снимкам спутника Landsat-8 с использованием формул, включающих отношения яркостей различных каналов. Восстановленные значения хорошо соответствуют данным, полученным в ходе экспедиционных измерений прозрачности с помощью диска Секки.
Ключевые слова: диск Секки, мультиспектральные снимки, прозрачность, ArcGis.

Введение

Ладожское озеро – крупнейшее пресноводное озеро Европы, безальтернативный источник водоснабжения Санкт-Петербурга и ряда городов и населенных пунктов Ленинградской области и Республики Карелия. Помимо этого, озеро является судоходным и на нём ведётся промышленное рыболовство. В связи с важностью водных ресурсов озера осуществляется мониторинг показателей их качества: химический состав, температура воды, мутность, содержание хлорофилла «а», прозрачность и др. (рис. 1, [1]).

Прозрачность воды – важный показатель её качества, характеризуемый отношением интенсивности света, прошедшего через слой воды, к интенсивности света, входящего в него. Традиционно прозрачность определяется с помощь диска Секки. Однако инструментальный мониторинг не позволяет получить представление о мгновенном состоянии всей акватории Ладоги. Кроме того, такой мониторинг – экономически затратный процесс. Преодолеть эти недостатки можно, используя спутниковые данные. Наиболее актуальными являются мультиспектральные снимки. Оценив отношение яркостей нескольких спектральных диапазонов, с помощью специального программного обеспечения можно восстановить значения параметров воды.

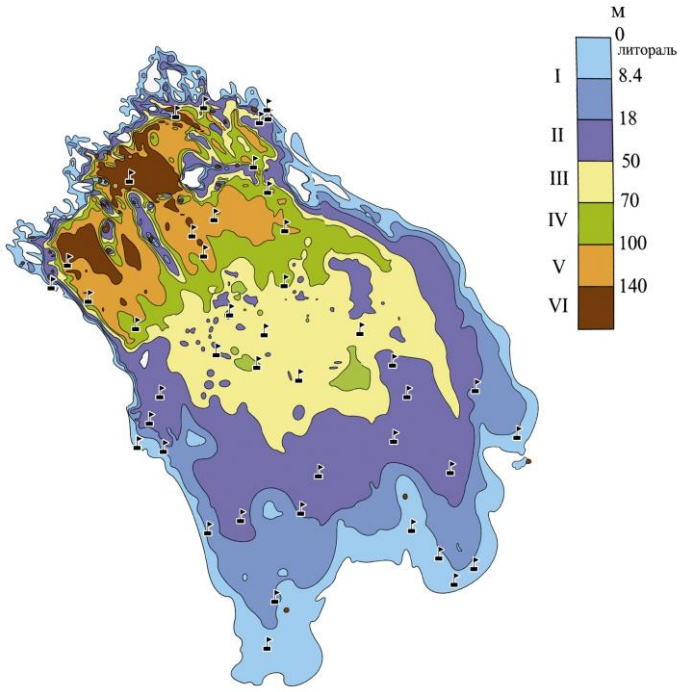


Рис. 1. Ладожское озеро и некоторые станции экспедиций.

Материалы и методы

В исследовании использованы мультиспектральные снимки спутника Landsat-8 (OLI), действующего с 2013 г. Выбор обусловлен оптимальным сочетанием пространственного разрешения снимков и временной дискретности съемки, кроме того, они находятся в свободном доступе.

Из базы данных USGS были отобраны сцены с минимальной облачностью. Затем в ArcGIS скомпонованы сцены, охватывающие всю акваторию озера, на дату, наиболее близкую к периоду экспедиции Института озероведения РАН. Всего использованы две сцены за летний период 2017 г. (табл. 1). Прозрачность воды измерялась с помощью диска Секки на 43 станциях.

Таблица 1

Характеристики сцен спутника Landsat-8 и соответствующей экспедиции

Дата	Сцена Landsat-8	Дата экспедиции	Количество станций
21.07.2017	LC81840172017202LGN00 LC81840182017202LGN00	27.07.2017- 04.08.2017	43

Оценивались значения яркости пикселей в спектральных диапазонах, представленных в таблице 2. Такой подход успешно применяется для восстановления некоторых показателей качества вод озёр и водохранилищ [3, 4, 5].

Для восстановления значений прозрачности использовались несколько формул, включающих отношения яркостей различных каналов. Эти формулы и результаты восстановления представлены в таблице 3. Для увеличения диапазона обрабатываемых значений был использован натуральный логарифм прозрачности по диску Секки (ln ДС).

Таблица 2

Спектральные каналы спутника Landsat-8

Спектральный канал	Длина волны, мкм	Разрешение канала (размер 1 пикселя), м
B2 – синий (Blue)	0,450-0,515	30
B3 – зелёный (Green)	0,525-0,600	30
B4 – красный (Red)	0,630-0,680	30

Таблица 3

Формулы для восстановления значений прозрачности и их надежность

№	Формула для ln ДС	Погрешность восстановления, %			R
		Средняя	Max	Min	
1	$-31{,}10*(B4/B3) + 6{,}7*10^{-4}*B4 + 24{,}70$	21,2	69,0	0,3	0,65
2	$-27{,}20*(B4/B3) + 6{,}2*10^{-4}*B3 + 21{,}00$	21,0	69,7	1,1	0,65
3	$-11{,}86*(B4/B2) + 4{,}6*10^{-4}*B3 + 6{,}43$	23,0	157	1,8	0,53
4	$-8{,}64*(B4/B2) + 3{,}4*10^{-4}*B2 + 4{,}40$	23,9	186	2,0	0,48
5	$-13{,}23*(B4/B2) + 4{,}6*10^{-4}*B4 + 7{,}77$	23,3	170	1,9	0,51
6	$4{,}08*(B2/B4) + 6{,}4*10^{-5}*B4-5{,}12$	23,6	259	0,4	0,52
7	$5{,}33*(B2/B4) +3{,}3*10^{-4}*B2-9{,}13$	23,8	182	0,8	0,49
8	$22{,}97*(B3/B4) +6{,}1*10^{-4}*B3-28{,}90$	20,9	70,5	0,7	0,65
9	$10{,}55*(B3/B4)+2{,}6*10^{-3}*B4+7{,}3*10^{-4}*B2-0{,}84$	**15,7**	**50,4**	**0,1**	**0,71**

Лучшее соответствие между значениями, полученными по снимку и в ходе экспедиции, наблюдается при использовании формулы 9: R=0,71, средняя погрешность 15,7%. Это обусловлено тем, что выбранная модель полнее учитывает оптические свойства воды различной прозрачности.

Восстановленные значения, в целом, хорошо соответствуют многолетнему пространственно-временному распределению прозрачности [1, 2]. Коэффициент корреляции R изменяется от 0,48 до 0,71. Карты пространственного распределения прозрачности построены в ArcGIS.

Прозрачность воды Ладоги характеризуется пространственно-временными особенностями, которые определяются озерными процессами, в том числе биологическими, а так же поступлением взвешенных веществ со стоком впадающих в озеро рек. Так, в июле минимальная прозрачность (менее одного метра) наблюдается в мелководных южных и восточных частях озера, в местах впадения рек Волхов, Сясь, Свирь (рис. 2). Кроме того, прозрачность незначительна вблизи устья р. Бурная. В глубоководной части, где, ввиду низкой температуры воды биологические процессы менее интенсивны, прозрачность воды достигает трех метров.

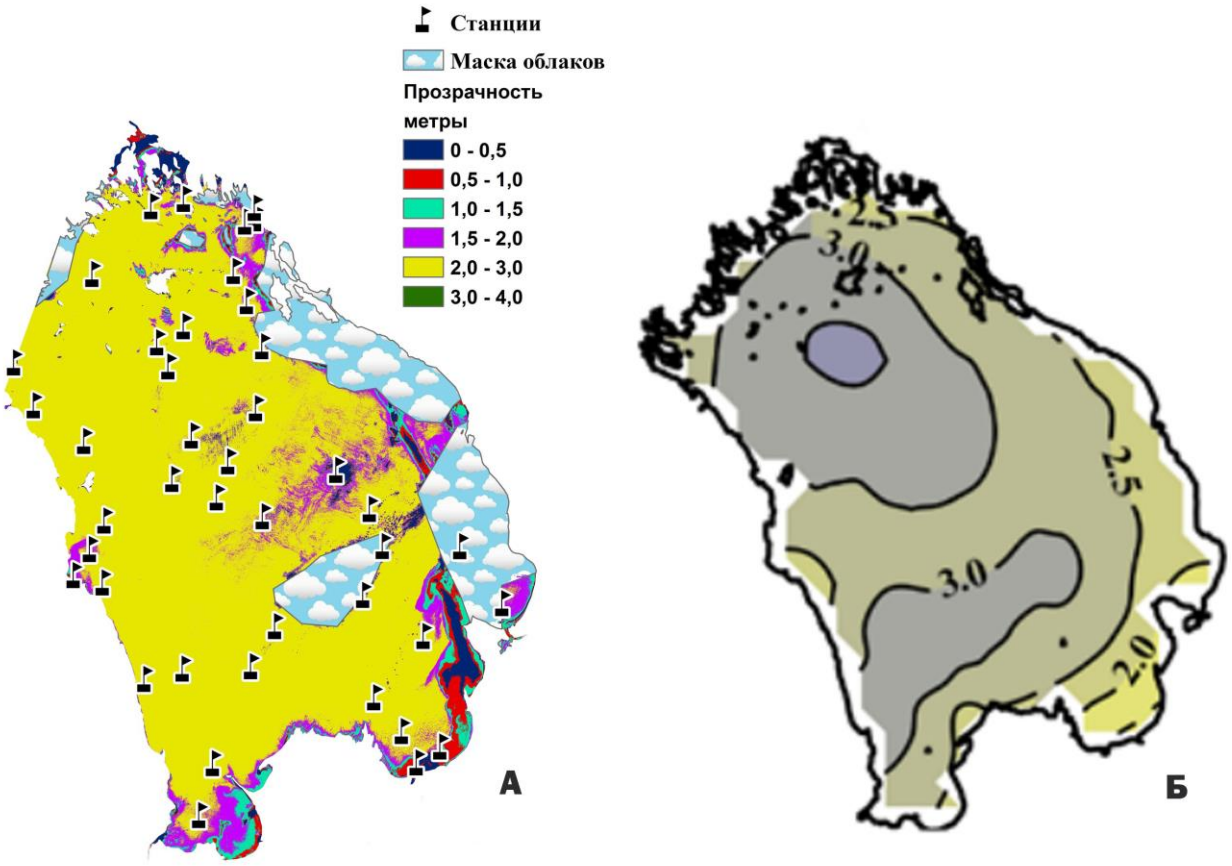


Рис. 2. Прозрачность воды Ладожского озера: (А) – восстановленная по формуле 9, 21.07.2017; (Б) – среднее многолетнее распределение в июле [1].

Обсуждение результатов

Степень согласованности измеренных и восстановленных с использованием различных формул по снимку Landsat-8 значений прозрачности различна: R=0,48÷0,86. Средняя относительная ошибка восстановления составляет 24,3%, минимальная ошибка – 0,1%, максимальная – 259% (см. табл. 3). Ошибки свыше 100% получены для станций, расположенных в месте впадения р. Волхов, где прозрачность минимальна.

На результаты восстановления могут отрицательно влиять:

- разница во времени между датами измерения и получения снимка, поскольку гидрооптическая ситуация за это время может измениться;
- погрешности *in situ* измерений (допустимая погрешность 0,1 м);
- наличие облачности над акваторией озера;
- недостаточная универсальность применяемых расчётных формул.

В целом, восстановленное по спутниковым данным пространственное распределение прозрачности соответствует многолетнему распределению, зависящему от закономерностей лимнических и гидробиологических процессов в озере [1, 6].

Результаты исследования можно считать вполне удовлетворительными. Планируется разработать более универсальные алгоритмы восстановления зна-

чений прозрачности. Применение спутниковых снимков позволит расширить базу данных мониторинга Ладожского озера, что необходимо для лучшего понимания и моделирования его экосистемы.

Благодарности

Авторы выражают признательность заведующему Лабораторией географии и гидрологии ИНОЗ РАН, д.г.н., профессору М.А. Науменко и с.н.с. этой лаборатории, к.г.н. В.В. Гузиватому за предоставленные данные.

Литература

[1] Ладожское озеро и достопримечательности его побережья. / Атлас. Под ред. В.А. Румянцев. СПб.: Нестор-История, 2015, 200 с.

[2] *Летанская Г.И.* Современное состояние фитопланктона и тенденция его изменения в период летней стратификации. / Ладожское озеро: прошлое, настоящее, будущее / под ред. В.А. Румянцева, В.Г. Драбковой. СПб.: Наука, 2002, С. 165-175.

[3] *Тихомиров О.А., Бочаров А.В., Комиссаров А.Б., Хижняк С.Д., Пахомов П.М.* Использование данных сенсора LANDSAT 8 (OLI) для оценки показателей мутности, цветности и содержания хлорофилла в воде Иваньковского водохранилища. / Вестник ТвГУ. Серия «Химия». № 2, 2016, С. 230-244.

[4] *Fuller L., Jodoin R. and Minnerick R.* Predicting lake trophic state by relating Secchi-disk transparency measurements to Landsat-satellite imagery for Michigan inland lakes, 2003–05 and 2007-08 // USGS Scientific Investigations Report 2011–5007, 2011, P. 36.

[5] *Guan X., Li J., Booty W.* Monitoring Lake Simcoe Water Clarity Using Landsat-5 TM Images. / Water Resources Management. 25(8), 2011, pp. 2015-2033.

[6] *Naumenko M.A.* Spatial distribution and long-term trends of water transparency in Lake Ladoga // Russian Meteorology and Hydrology. 32(9), 2007, pp. 604-608.

Summary. The paper presents the results of Lake Ladoga transparency retrieval from multichannel images of the Landsat-8 satellite. Transparency was estimated based on combinations of brightness values for specific bands. The strength of relationship between retrieval output and corresponding *in situ* Secchi disk measurements was examined: R varies from 0.4 to 0.8, depending on the formula used.

ВЛИЯНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ КРУПНЫХ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ НА СОСТАВ, СТРУКТУРУ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИТОРАЛЬНОГО ЗООБЕНТОСА ОЗ. КРАСНОГО

В.П. Беляков*, А.И. Бажора*, А.В. Семенов**
**ФГБУН «Институт озероведения РАН», г. Санкт-Петербург, victor_beliakov@mail.ru*
***РГПУ им. А. И. Герцена, г. Санкт-Петербург*

INFLUENCE OF POPULATIONS OF LARGE BIVALVIA ON THE COMPOSITION, STRUCTURE AND FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF KRASNOIE LAKE LITORAL ZOOBENTHOS

V.P. Belyakov*, A.I. Bazhora*, A.V. Semyonov**
**Institute of Limnology RAS, St. Petersburg*
***Herzen State Pedagogical University, St. Petersburg*

Аннотация. Исследовано влияния популяции крупных двустворчатых моллюсков *Unio pictorum (L.)* на состав, структуру, количественные и функциональные характеристики зообентоса литорали оз. Красного (Карельский перешеек). Наличие моллюсков приводит к увеличению численности видов, например, пелофилов, зависимых от изменяемой ключевым видом среды обитания. В результате меняется видовая и трофическая структура микрозооценоза и его участие в процессе самоочищения водоема.
Ключевые слова: зообентос, двустворчатые моллюски, Unio pictorum, виды-эдификаторы, самоочищение водоема

Выводы

Общеизвестна роль популяций крупных двустворчатых моллюсков в процессах самоочищения водоемов, благодаря их фильтрационной активности, которая позволяет перехватывать значительное количество взвешенных органических веществ. Естественная роль природных фильтраторов в водных экосистемах становится важным фактором, ограничивающим процесс эвтрофирования, особенно при антропогенных нарушениях. С ростом трофии водоема до определенного предела растет и роль фильтрующих моллюсков, но другие факторы антропогенного воздействия часто снижают их участие, вплоть до исчезновения популяций. Кроме прямой фильтрации, за счет создания мощного потока на дно, а также в силу их длительного жизненного цикла крупные двустворчатые моллюски часто выступают как виды-эдификаторы, формирующие особые условия в донных биотопах. Особенно это характерно для закрепляющихся видов, таких как морские мидии и устрицы, исследования которых заложили основы учения о биоценозе Мебиуса. Тем не менее, и пресноводные бивальвии, в частности унианиды, создают микробиотопы в зонах своего обитания. Таким образов, средообразующая роль крупных двустворчатых влияет на состав и количественное развитие ассоциированной фауны, а возможно и флоры. В результате, при наличии, или отсутствии крупных моллюсков в биотопе следует ожидать и существенных изменений функциональных характеристик донных сообществ, а значит и интенсивности самоочищения на литорали озер. В связи с этим, необходимо выявить особенности изменений бентосного сообщества под влиянием важнейшего биологического фактора – развития популяций крупных двустворчатых моллюсков, что и являлось целью данной работы.

Объекты и методы

Материал для исследования был собран на литорали оз. Красного. Озеро расположено в центральной части Карельского перешейка и принадлежит к бассейну р. Вуоксы, имеет 24 притока и сток (р. Красная) в оз. Правдинское. Площадь его водосбора 168 км^2, максимальная глубина 14 м, средняя – 6,5 м, площадь зеркала – 9,13 км^2, литораль составляет 17%. Трофический статус в настоящее время соответствует мезотрофно-слабоэвтрофному уровню [1].

Пробы зообентоса отбирались в периоды открытой воды 2010-18 гг. на постоянных станциях в литоральных биотопах слабозаиленного песка. Использовались стандартные методы сбора и обработки зообентоса, продукционные показатели определялись физиологическим методом, используя уравнения расчета дыхания для разных групп беспозвоночных [2]. Раздельно учитывались дночерпательные пробы (1/40 м^2) с крупными моллюсками и без них.

Обсуждение результатов

В результате проведенных исследований было найдено 170 видов и форм макрозообентоса, в том числе: 17 – олигохет, 18 – моллюсков, из них 4 вида унионид, 21 – ручейник, 9 – поденок и 90 – хирономид, представители других групп представлены 1-3 видами. Основной, среди крупных бивальвия из сем. Unionidae на литорали оз. Красного, являлась популяция *Unio pictorum.* Сравнивая пробы зообентоса, содержащие особи этих моллюсков, с пробами, где они отсутствовали, удалось выявить список из 24 видов зообентоса, ассоциированных с моллюсками: олигохеты – *Nais barbata, N. communis* и *N. elinguis*, моллюски – *Pisidium amnicum* и *Valvata klinensis*, поденки *Cloen dipterum*, ручейники – *Cyrnus trimaculatus, Ecnomus tenellus, Glossosoma boltoni, Leptocerus tineiformis, Oecetis ochracea, Phryganea bipunctata, Sericostoma personatum, Setodes argentipunctellus*, стрекозы – *Gomphus flavipes* и *Somatochlora metallica*, хирономиды – *Einfeldia longipes, Endochironomus dispar, E. stackelbergi, Sergentia longiventris, Corynoneura gratias, Limnophyes pusillus, Synorthocladius semivirens, Ablabesmiya gr. annulata*. Часть из них используют в качестве субстрата поверхность раковин моллюсков, которые часто покрыты обрастаниями водорослей (олигохеты, поденки, вальваты, некоторые хирономиды), другие, являясь слабыми фильтраторами (пизидиум, часть ручейников и хирономид), используют усиление потока сестона на дно за счет фильтрации унионид. Накопление органического детрита, а также поступающая органика в виде фекалий и псевдофекалий моллюсков способствует концентрации лабильных детритофагов-собирателей: ручейников, хирономид, а увеличение потенциальных жертв привлекает в микрозооценоз хищных форм из числа личинок ручейников и стрекоз. Тем не менее, большинство из вышеперечисленных видов характеризуется невысокой встречаемостью, что обусловлено постоянным перемещением по дну особей ключевого вида, из-за чего невозможно создание устойчивых ценозов.

Около 80 видов зообентоса встречались как в ценозах с унионидами, так и без них, причем 20 из них были обычными и массовыми. В силу тех же

преимуществ количественные характеристики этих видов в ценозах с Unio, как правило, были выше (табл. 1).

Таблица 1

Средние количественные показатели развития массовых видов макрозообентоса на литорали оз. Красного в зооценозах с унионидами и без них

Массовые виды	зооценоз *Unio pictorum*		зооценоз *Cladotanytarsus mancus+Microtendipes pedellus*	
	Численность, экз/м^2	Биомасса, г/ м^2	Численность, экз/ м^2	Биомасса, г/ м^2
Limnodrillus hoffmeisteri	30±11	0.02±0.009	33±10	0.02±0.005
Tubifex tubifex	67±19	0.04±0.014	32±7	0.03+0.008
Hidracarina	23±7	0.01±0.003	13±4	0.002±0.001
Ceratopogonidae	64±13	0.02±0.005	27±8	0.01±0.004
Cladotanytarsus mancus	713±148	0.15±0.031	642±153	0.15±0.034
Cryptochironomus defectus	72±23	0.05±0.012	46±11	0.03±0.007
Chironomus plumosus	56±24	0.24±0.108	46±13	0.14±0.039
Dicrotendipes nervosus	82±31	0.06±0.036	36±8	0.02±0.005
Glyptotendipes glaucus	107±33	0.3±0.098	127±37	0.24±0.068
Glyptotendipes paripes	61±27	0.16±0.069	48±19	0.16±0.064
Microtendipes pedellus	345±117	0.51±0.275	216±66	0.31±0.095
Polypedilum bicrenatum	385±119	0.08±0.017	173±47	0.04±0.01
Polypedilum tetracrenatum	66±14	0.06±0.015	87±31	0.07±0.024
Stictochironomus crassiforceps	230±77	0.14±0.049	129±23	0.07±0.018

Средние суммарные значения общей численности и биомассы зообентоса зооценозов унионид (даже не включая самих моллюсков) существенно выше, чем у фоновых зооценозов, соответственно 2850 и 2520 экз/м^2, 3.35 и 2.92 г/м^2.

Не смотря на то, что большая раковина моллюска, характер скульптуры ее поверхности, а также постоянная экскреция биогенных компонентов создают благоприятную среду для развития растительного перифитона, что провоцирует появление мелких перифитонофагов, которые охотно выедаются хищниками, поэтому не достигают высоких количественных значений.

Особенность поведения унионид на литорали, с постоянными их перемещениями не создает возможности существенного накопления органических веществ вокруг моллюска и увеличения доли детритофагов в ценозе. Увеличивается только доля активных собирателей детрита (табл. 1).

Ранее в 2005 г был рассчитан энергетический баланс популяций унионид в оз. Красном, в частности их годовая продукция на литорали составляла до 100 гС /м^2 [2, 3]. Присутствие крупного моллюска, создающего при фильтрации мощный ток воды к дну заметно помогает слабым фильтраторам и седиментаторам и приводит к перестройке видовой и трофической структуры (рис. 1), хотя субдоминантами в этом ценозе остаются те же детритофаги собиратели, которые доминируют в ценозах без моллюсков. За счет этой перестройки количественно возрастает участие всего зооценоза в деструкции, даже не учитывая роль унионид (табл. 2).

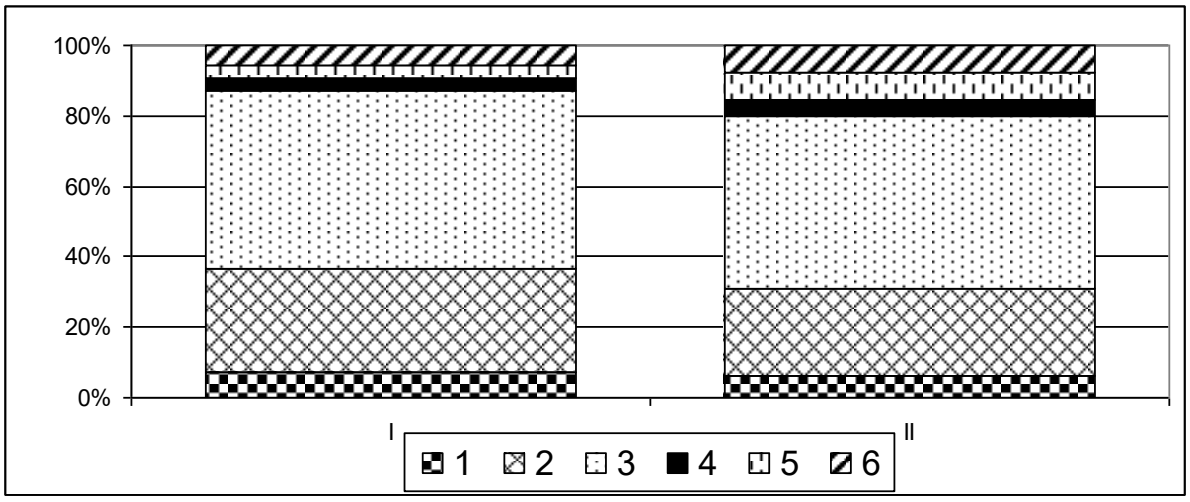


Рис. 2. Участие трофических групп макрозообентоса в деструкции органического вещества в зооценозах литорали оз. Красного в 2014 г.

Примечание: I – зооценоз *Unio pictorum,* II – зооценоз *Cladotanytarsus mancus+Microtendipes pedellus;* 1 – фитодетритофаги фильтраторы+собиратели, 2 – детритофаги фильтраторы; 3 – детритофаги собиратели, 4 – безвыборочные детритофаги-глотатели, 5 – перифитонофаги соскребатели; 6 – хищники.

Таблица 2

Количественные и продукционные показатели зооценозов зообентоса литорали оз. Красного

Показатели	зооценоз Unio pictorum	зооценоз Cladotanytarsus mancus+Microtendipes pedellus
s	117	137
N, экз/м^2	2850	2520
B, г/м^2	3.35	2.92
P, кал/м^2 сут	88.6	65.8
R, кал/м^2 сут	123.4	95.6
A, кал/м^2 сут	212.0	161.4
См, кал/м^2 сут	389.5	289.1
P/R	0.72	0.69
R/A	0.58	0.59
Hs, бит/экз.	3.71	3.76

Усл. обозначения: s –число обнаруженных видов за весь период, средние значения за сезон: N – численность, B –биомасса, P – суточная реальная продукция, R – суммарная суточная деструкция, A – суточная суммарная ассимиляция, См – суточный рацион мирных форм, Hs – индекс Шеннона.

Выводы

Таким образом, присутствие на литорали оз. Красного популяции моллюска *Unio pictorum,* играющего роль биофильтра, а также эдификатора среды, при плотности особей в 40 экз /м^2 реально увеличивает количественное развитие и участие прочего зообентоса в процессах деструкции органического

вещества на 25-30%. С учетом деятельности самих унионид суммарное участие зообентоса в самоочищении повышается в 20-25 раз.

Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания ИНОЗ РАН по теме № 0154-2019-0001, «Комплексная оценка динамики экосистем Ладожского озера и водоемов его бассейна под воздействием природных и антропогенных факторов».

Литература

[1] Многолетние изменения биологических сообществ мезотрофного озера в условиях климатических флуктуаций и эвтрофирования. СПб.: Лема, 2008. 246 с.
[2] Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах: Зообентос и его продукция. Л.: ГосНИОРХ, 1983. 52 с.
[3] *Беляков В.П., Бажора А.И.* Изменения продукционных характеристик и трофической структуры зообентоса озера Красного в зависимости от природных и антропогенных факторов. / Российский журнал прикладной экологии. – 2018. № 4 (16). – С. 11-15.

S u m m a r y. The influence of the population of large bivalve mollusks Unio pictorum (L.) on the composition, structure, quantitative and functional characteristics of the zoobenthos of the Krasnoie Lake littoral (Karelian Isthmus) was studied. The presence of mollusks leads to an increase in the number of species, for example, pelophils, dependent on a changing key habitat. As a result, the species and trophic structure of microzoocenosis and its participation in the process of self-purification of the reservoir change.

КАЧЕСТВО ВОДЫ ОЗЕРНЫХ ЭКОСИСТЕМ СЕВЕРА ЯКУТИИ (РЕЗУЛЬТАТЫ ДИАТОМОВОГО АНАЛИЗА)

Р.М. Городничев, Л.А. Пестрякова, Л.А. Ушницкая, С.Н. Левина, П.В. Давыдова, И.М. Перепелица
СВФУ им. М.К. Аммосова, г. Якутск, rusgorodnichev@gmail.com

WATER QUALITY OF LAKE ECOSYSTEMS IN THE NORTH OF YAKUTIA (RESULTS OF DIATOM ANALYSIS)

R.M. Gorodnichev, L.A. Pestryakova, L.A. Ushnitskaya, S.N. Levina, P.V. Davydova, I.M. Perepelitsa
M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk

Аннотация. В работе приведены результаты расчетов индекса сапробности Пантле-Букка в модификации Сладечека по значениям численности диатомовых водорослей – индикаторов органического загрязнения воды для 83 озер, расположенных на севере Якутии (в бассейнах рек Колыма, Индигирка, Лена, Оленек и Анабар). В результате расчетов индекса сапробности установлено, что исследуемые озера относятся к 3-м классам по качеству их воды: 1-ый класс – очень чистые (59 озер); 2-ой – чистые (10 водоемов) и 3-й – умеренно-загрязненные (14 озер).
Ключевые слова: диатомовые водоросли, Якутия, индекс сапробности, озеро, Арктика.

Введение

Якутия представляет собой регион с большим количеством озер. На ее территории насчитывается, по меньшей мере, 700 тыс. водоемов [1]. Хотя Республика Саха и славится крупными и уникальными озерами (Моготоево, Бустах, Нерпичье, Большое Токо и др.), наиболее широкое распространение здесь получили все же небольшие и неглубокие озера, чей генезис связан с повсеместно распространенными термокарстовыми процессами. Обладая малой глубиной и небольшой площадью зеркала, такие водоемы представляют собой весьма динамичный компонент окружающей среды, чувствительный к внешним воздействиям и загрязнению. Особую актуальность работы по изучению состояния озер в Якутии приобрели и в связи с тем, что для большого количества населенных пунктов региона озера – это основной источник воды для хозяйственных нужд.

Объекты и методы

Исследование базируется на применении анализа диатомовых водорослей поверхностного слоя (верхние 1-2 см) донных отложений 83 озер, расположенных на севере Якутии в бассейнах рек Колыма (3 водоема), Индигирка (12), Лена (18), Оленек (8) и Анабар (42) (рис. 1). Полевые исследования на озерах проведены в период с 2002 по 2012 гг. в рамках российских и российско-германских экспедиций, организованных сотрудниками Института естественных наук СВФУ (главным образом, под руководством Пестряковой Л.А). Подробная характеристика методики исследования приведена в опубликованных ранее авторами настоящего исследования статьях [2-5].

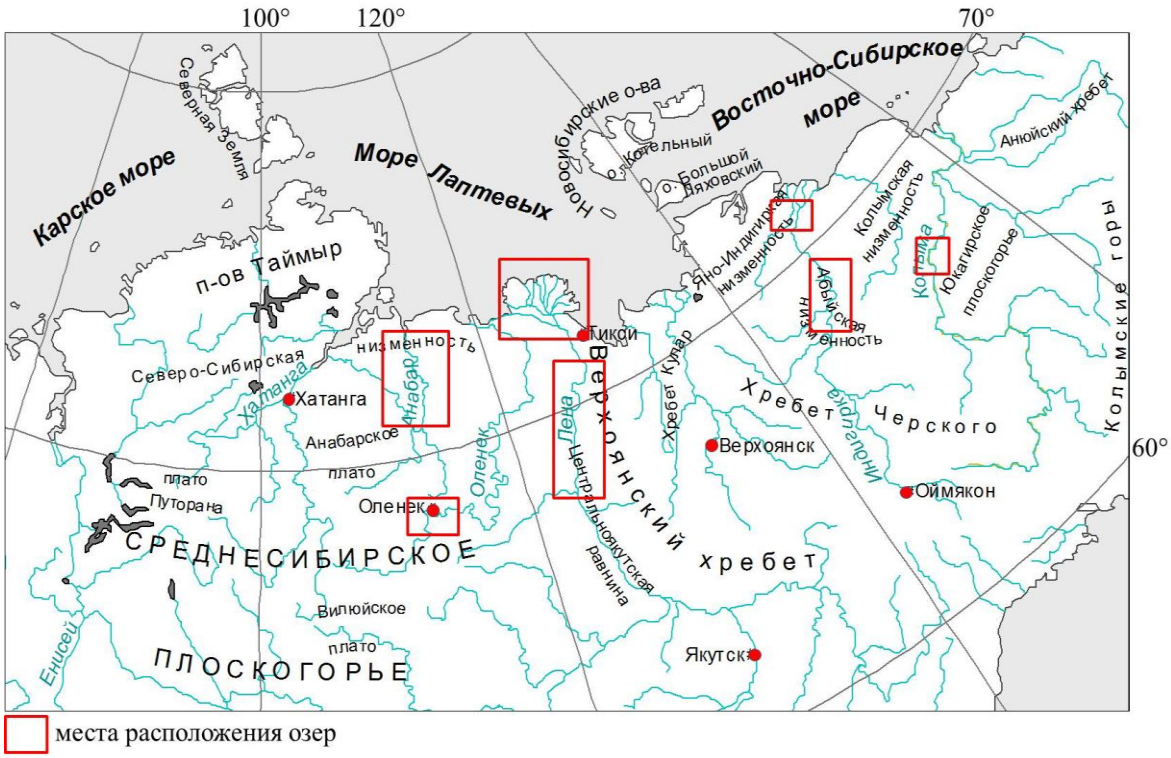


Рис. 1. Район исследования.

В целом все исследуемые водные объекты по происхождению в той или иной степени связаны с термокарстовыми процессами. По лимнологической классификации И.И. Жиркова [8] изучаемые озера принадлежат, главным образом, водно-эрозионному (40 водоемов) и эрозионно-термокарстовому (33) морфогенетическим типам.

Уровень органического загрязнения озер определен косвенно – путем вычисления индекса сапробности (S) Пантле-Букка (в модификации Сладечека [6]) по численности особей диатомей – индикаторов органического загрязнения и значениям их сапробной валентности. В зависимости от величины индекса сапробности определяли уровень загрязнения и класс качества воды согласно ГОСТ 17.1.3.07-82 [7].

$$S = \frac{\sum s_i h_i}{N}, \qquad (1)$$

где s_i – индикаторная значимость вида или разновидности;

h_i – число особей таксона, обладающего данной индикаторной значимостью;

N – общее количество особей индикаторных диатомей.

Обсуждение результатов

Всего в озерах обнаружено 502 вида и разновидности диатомовых водорослей. 130 отмеченных таксонов диатомей обладают известными значениями сапробной валентности. Рассчитанный для всех исследуемых водоемов индекс сапробности изменяется в диапазоне от 0,63 (озеро бассейна р. Оленек) до 1,81 (водоем бассейна р. Лена) в среднем составляя 1,27 (рис. 2). По величине отмеченного параметра озера разделены на 2 группы: олигосапробные (69 (или 83,1%) озера, значение индекса от 0,51 до 1,5 включительно) и β-мезосапробные (14 водоемов (16,9 %), величина показателя от 1,51 до 2,5) водоемы. По классификатору качества вод Росгидромета исследуемые озера отнесены к 3-м классам по качеству их воды: 1-ый класс – очень чистые; 2-ой – чистые и 3-й – умеренно-загрязненные. Основная масса водных экосистем обладает чистой водой (59 озер (71,1% от общего количества), при значениях индекса сапробности от 1 до 1,5 включительно). На долю водоемов с умеренно-загрязненной (при S от 1,51 до 2,5 включительно) и очень чистой (S<1) водой приходится соответственно 16,9 (14 водоемов) и 12% (10) объектов выборки.

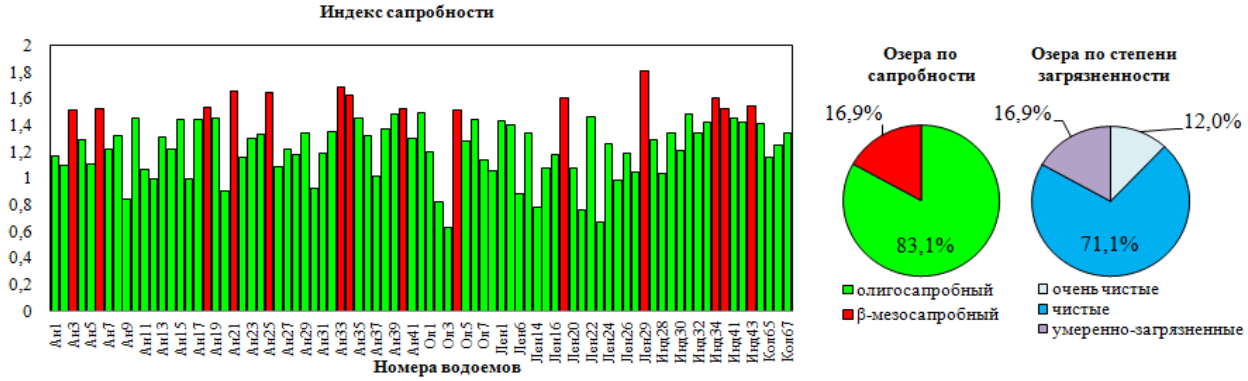


Рис. 2. Значения индексов сапробности и степень загрязненности воды озер

Средневзвешенные значения индекса сапробности озер по территории района исследования распределены достаточно равномерно (изменяются от 1,1 до 1,5) и позволяют охарактеризовать исследуемые озера как олигосапробные, или обладающие чистой водой. Наименьшие значения параметра отмечены для водоемов территории бассейна р. Оленек, а также арктической тундры и горных областей высотной поясности водосбора р. Лена; наибольшие – для озер лесотундры бассейна р. Лена и северной тайги территории близ р. Индигирка. Полученные результаты исследования согласуются с работами, выполненными ранее [9-11]. Следует отметить, что в сравнении с наиболее исследованными водоемами Центральной Якутии [12, 13], вода которых, как правило, принадлежит 3 классу качества (умеренно-загрязненная), северные озера обладают меньшим индексом сапробности и степенью загрязненности, что вероятно связано с меньшим антропогенным прессом арктических территорий и меньшей продуктивностью их экосистем, за счет чего естественный уровень загрязнения на север Якутии ниже. В целом, следует сказать, что все рассмотренные водоемы находятся на значительном удалении от населенных мест и территорий с развитой промышленностью, что позволяет сказать, что установленный уровень загрязненности вод является следствием естественных причин.

Выводы

В результате вычисления индекса сапробности Пантле-Букка в модификации Сладечека для индикаторных диатомей 83 озер северной части Якутии установлено, что исследуемые озера могут быть отнесены к 3-м классам по качеству их воды: 1-ый класс – очень чистые (71,1% водоемов или 59 озер); 2-ой – чистые (12% или 10 водоемов) и 3-й – умеренно-загрязненные (16,9% – 14 озер). Средневзвешенные значения индекса сапробности водоемов по территориям водосборов рек, в которых данные водоемы расположены (Колыма, Индигирка, Лена, Оленек и Анабар), распределены достаточно равномерно (изменяются от 1,1 до 1,5) и позволяют охарактеризовать исследуемые озера как олигосапробные, или обладающие чистой водой. Все рассмотренные водоемы расположены на значительном удалении от территорий с развитой промышленностью и населенных мест, что позволяет считать установленный уровень качества воды результатом естественных причин.

Благодарности

Работа выполнена в рамках проектного финансирования СВФУ им. М. К. Аммосва (приказ 494-ОД от 02.05.2017 г.) «Палеоэкологические и биоиндикационные исследования водных экосистем криолитозоны Северо-Востока России в условиях изменения климата и антропогенного пресса», проектной части государственного задания в сфере научной деятельности Министерства образования и науки РФ по Заданию 5.2711.2017/ПЧ. «Биогеографические закономерности биоты озер арктической зоны Северо-Востока Российской Федерации» и проекта РФФИ-регион 18-45-140053 р_а «Эволюция природной среды Восточного сектора Арктики в голоцене с применением прокси-индикаторов (на примере Якутии)».

Литература

[1] *Аржакова С.К., Жирков И.И., Кусатов К.И., Андросов И.М.* Реки и озера Якутии: крат. справ. Якутск: Бичик, 2007. 136 с.

[2] *Городничев Р.М., Пестрякова Л.А., Перепелица И.М., Ядрихинский И.В., Ушницкая Л.А., Левина С.Н., Давыдова П.В.* Качество воды озер Севера Якутии (установленное на основе диатомового анализа). / Успехи современного естествознания. 2018. № 2. С. 70-75.

[3] *Городничев Р.М., Спиридонова И.М., Пестрякова Л.А.* Сходство таксономического состава диатомовых водорослей озер Севера Якутии. / Современные проблемы науки и образования. 2015. № 3. URL: http://www.science-education.ru/123-20117 (дата обращения: 29.06.2015).

[4] *Городничев Р.М., Спиридонова И.М., Пестрякова Л.А.* Разнообразие диатомовых водорослей водоемов северной части Якутии. / Современные проблемы науки и образования. 2015. № 3. URL: http://www.science-education.ru/123-19641 (дата обращения: 09.06.2015).

[5] *Городничев Р.М., Песрякова Л.А., Ядрихинский И.В.* Взаимосвязи диатомовых водорослей с морфометрическими, гидрохимическими характеристиками и параметрами местоположения озер Севера Якутии. / Вестник СВФУ. 2015. № 6 (50). С. 14-26.

[6] *Sládeček V.* Diatoms as indicators of organic pollution. / Acta hydrochimica et hydrobiologica. 1986. Vol. 14, № 5. P. 555-566.

[7] ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков. Введ. 1984-01-01. М.: Изд-во стандартов, 2010. 10 с.

[8] *Жирков И.И.* К ландшафтно-генетической классификации озер Центральной Якутии. / Природа и хозяйство Сибири. – Якутск, 1977. С. 32-33.

[9] *Пестрякова Л.А.* Закономерности развития озер Якутии и их современное состояние (по материалам диатомового анализа донных отложений): дис. … д-ра геогр. наук: 25.00.36 / Пестрякова Людмила Агафьевна. Якутск, 2009. 265 с.

[10] *Лукина С.А., Пестрякова Л.А.* Диатомовые водоросли озер бассейна р. Анабар (в районе п. Юрюнг-Хая). / Наука и образование. 2006. № 2. С. 13-17.

[11] *Лукина С.А., Пестрякова Л.А.* Диатомовые комплексы донных осадков озер нижнего течения р. Анабара (п. Юрюнг-Хая). / Вестник ЯГУ. 2006. Т. 3, № 3. С. 141-145.

[12] *Пестрякова Л.А.* Процесс эвтрофирования озер долины Туймаада (Центральная Якутия). / Наука и образование. 2010. № 4. С. 82-87.

[13] *Копырина Л.И.* Эпифитные водоросли – индикаторы сапробности некоторых озер окрестностей г. Якутска. / Наука и образование. 2013. № 4. С. 77-81.

S u m m a r y. In the article we show the results of Pantle-Buck Saprobity indices (in Sládeček modification) calculation conducted on the basis of diatoms (indicators of organic pollution of water) of 83 lakes located in the North of Yakutia (watersheds of Kolyma, Indigirka, Lena, Olenek and Anabar Rivers). As a result of Saprobity indices calculation we established that investigated lakes divided into 3 groups according with quality of their water: 1st group is very clean (59 lakes); 2nd one is clean (10) and 3rd one is temperate polluted (14 lakes).

ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО МИКРОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОРГАНИЗМОВ МЕЙОБЕНТОСА В ПЕСЧАНОЙ ЛИТОРАЛИ ЮЖНОГО РАЙОНА ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

Д.С. Дудакова*, М.Д. Петухова**, И.А. Мухин**
**ФГБУН Институт озероведения РАН, г. Санкт-Петербург*
***ФГБОУ ВО Вологодский государственный университет, г. Вологда*

FEATURES OF THE SPATIAL MICRODISTRIBUTION OF MEIOBENTHIC ORANISMS IN THE SANDY LITTORAL OF THE SOUTHERN AREA OF LAKE LADOGA

D.S. Dudakova*, M.D. Petukhova**, I.A. Mukhin**
**Institute of limnology RAS, St. Petersburg*
***Vologda state University, Vologda*

Аннотация. При рассмотрении в микромасштабе (сантиметры) заселения пространства обитания озерным мейобентосом проявляется его стремление к агрегированному типу распределения. Проведенная работа позволила оценить степень агрегированности мейобентоса песчаной литорали Ладожского озера для разных таксономических уровней от сообщества в целом до отдельных массовых видов. Построены карты распределения плотности разных таксонов, а также двух абиотических параметров. Для некоторых видов дана оценка размера агрегаций.
Ключевые слова: микрораспределение, мейобентос, Ладожское озеро, картирование пространственных переменных.

Введение

Для правильной оценки количественного развития бентоса необходимо учитывать особенности пространственного распределения, как популяций отдельных видов, так и сообщества в целом. Как правило, в силу самых разных причин распределение организмов в пространстве является неравномерным [2, 5]. Основными типами распределения являются: случайное, регулярное и агрегированное. Для бентосных организмов наиболее распространен агрегированный тип [4, 7, 8].

Одним из важнейших критериев при разделении организмов зообентоса на три группы - микро-, мейо- и макробентос – является восприятие масштаба среды при различиях в размерах животных [4, 8]. В работах И.В. Бурковского [1] показано, что для морского бентоса минимальный масштаб, при котором в условиях однородности биотопа различия среды оказываются существенными для смены сообщества, составляет: для макробентоса – десятки тысяч квадратных метров, мейобентоса – сотни квадратных сантиметров (размерность $10^{-2}м^2$), а микробентоса – квадратные сантиметры ($10^{-4}м^2$).

Для озерных экосистем, где средний размер организмов макробентоса меньше, эти масштабы не имеют, очевидно, таких высоких величин. Тогда как для организмов мейобентоса, сопоставимых по размерным характеристикам с морскими формами, сходство в величинах площадей, занимаемых однородным сообществом и размерах агрегаций, должно проявляться сильнее. Целью данной работы является: оценить тип пространственного распределения и размеры скоплений популяций разных видов озерного мейобентоса в масштабе микропространства.

Объекты и методы

Работы проводились на тестовом полигоне литорали Волховской губы Ладожского озера в районе пос. им. Морозова [3] на глубинах 1-1.5 м на разреженном участке зарослей рдеста пронезеннолистного; грунт – песок средней крупности. Исследование пространственного микрораспределения мейобентоса проводилось с использованием квадратной рамки размером 33х33см (0.11 м²) с 25-ю равномерно расположенными круглыми отверстиями диаметром 5 см, расположенными рядами по 5. Отбор проб проводился дайвером с помощью стальной трубки от пробоотборника МБ-ТЕ (площадь захвата 0.00125 м²) из каждой ячейки. Число мейобентосных проб составило 25. Процедура обработки проб и получаемые характеристики мейобентосного сообщества стандартные [3]. Гранулометрический состав песков оценивался ситовым методом; для учета количества детрита использовалась шкальная оценка. Полученная матрица данных размером 5х5 ячеек давала возможность визуализировать пространственное распределение таксономических групп разного уровня и абиотических компонентов. Для целей визуализации использовались средства программы Surfer.

Статистическая обработка полученных данных проводилась в программе STATISTICA. Помимо расчета стандартных статистик (средняя, ошибка средней, дисперсия, коэффициент вариации) применялись корреляционный и дисперсионный анализы. При построении моделей пространственных переменных в Surfer для интерполяции данных использовался метод естественной окрестности «Natural Neighbor» [6].

Результаты и обсуждение

Количественные характеристики развития мейобентоса исследованного участка песчаной литорали в районе пос. им. Морозова приведены в таблице 1. Наибольшая доля в структуре численности принадлежит нематодам (65.7% общей численности) и олигохетам (13.8%). По биомассе доминируют моллюски (42.2% общей биомассы), олигохеты (39.3%) и хирономиды (12.4%).

Таблица 1

Количественные характеристики (N, экз./м2 / B, мг/м2) и их статистики для разных групп мейобентоса, встреченных на исследованном участке песчаной литорали

	M	m	σ	CV
Nematoda	28128 / 26	2999 / 4	14993 / 19	53 / 72
Harpacricoida	800 / 12	244 / 4	1222 / 19	153 / 157
Ostracoda	704 / 35	232 / 14	1162 / 72	165 / 209
Oligochaeta	5920 / 1156	1069 / 186	5347 / 931	90 / 81
Chironomidae	3840 / 365	711 / 49	3555 / 244	91 / 67
Cladocera	1248 / 30	638 / 17	3192 / 83	256 / 274
Cyclopoida	64 / 1	441 / 17	221 / 4	346 / 405
Turbellaria	416 / 25	160 /	804 / 88	193 / 347
Acari	256 / 7	89 / 3	445 / 13	174 / 179

Molluska	448 / 1241	139 / 455	696 / 2276	155 / 184
Tardigrada	864 / 3	260 / 1	1305 / 6	151 / 179
Amphipoda	96 / 41	53 / 27	265 / 134	276 / 327
Общая N	42780	5010	25	59
Общая B	2941	519	2597	88

Для оценки типа распределения и степени агрегированности был рассчитан индекс агрегированности (отношение дисперсии к средней) (табл. 2). Было установлено, что представители всех массовых таксонов проявляли агрегированное распределение. Наибольшая агрегированность была отмечена для мелких хищных олигохет рода *Chaetogaster,* нематод и тардиград, относящихся к интерстициальным формам.

Таблица 2

Коэффициент агрегированности для ряда массовых видов/групп мейобентоса исследованного участка

Таксон	σ^2/n
Enchytraeidae gen.sp. (Annelida: Oligochaeta: Enchytraeidae)	2.4
Chaetogaster langi (Annelida: Oligochaeta: Naididae)	4.4
Cladotanytarsus mancus (Insecta: Diptera: Chironomidae)	2.6
Nitocra spinipes (Crustacea: Copepoda:Harpacticoida)	2.7
Cytherissa lacustris (Crustacea: Osracoda: Podocopida)	2.5
Nenatoda gen.sp.	8.0
Tardigrada gen.sp.	4.2

Общим статистическим свойством экологических переменных, наблюдаемых в географическом пространстве, является автокорреляция пространственно сопряженных данных. Она проявляется в виде пятен или градиентов [9]. Геостатистические методы (кригинг) используют эти статистические свойства измеренных данных, оценивая и учитывая пространственную автокорреляцию при интерполяции [6]. Визуализация пространственных переменных (рис. 1) позволила оценить различия в размерах агрегаций. Агрегации видов *Nitocra spinipes* (гарпактициды), *Cytherissa lacustris* (остракоды) и тардиград были не больше 10 см в диаметре, тогда как другие виды образовывали более крупные скопления.

При анализе пространственной изменчивости от разных факторов было выявлено наличие высокой отрицательной корреляции общей численности мейобентоса, численности нематод и тардиград с долей мелкозернистой фракции песка (0.1-0.25 мм) (R = -0.49, -0.47 и -0.53, соответственно). На распределение олигохет и гарпактицид повлиял другой фактор – объем детритной фракции; значение коэффициента корреляции составило -0,44 и -0,61, соответственно. На распределение остальных групп (например, хирономид и остракод) действовали иные абиотические факторы, которые не фиксировались в нашем исследовании. Важную роль играли также биотические взаимодействия. Например, высокая корреляция проявлялась между хищным мейобентосом и подвижными эпибентосными формами (R=0.66).

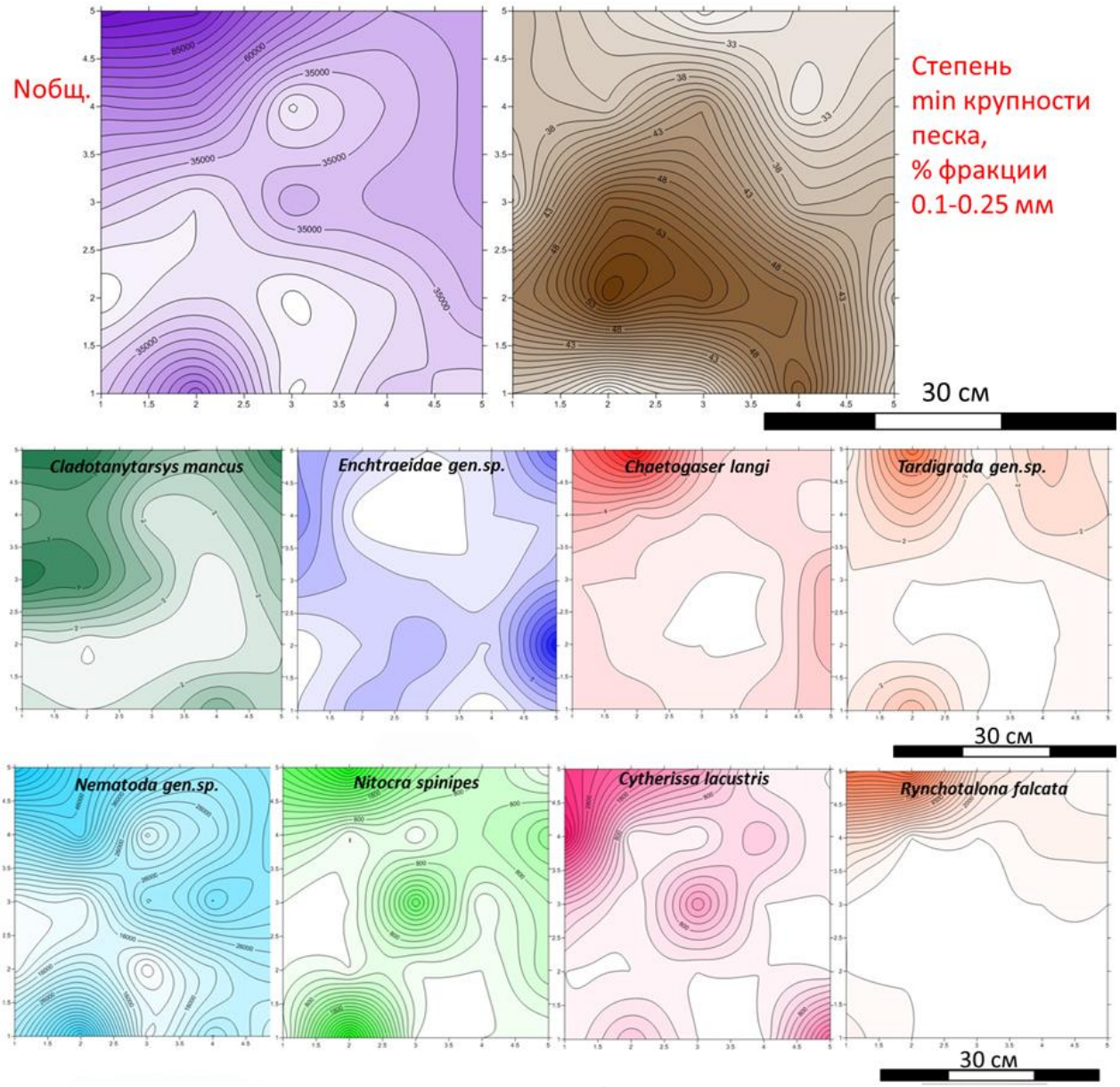


Рис. 1. Микрораспределение численности (экз./м^2) тотального мейобентоса (верхний ряд – слева) и отдельных таксонов (средний [слева направо: *Cladotanytarsus mancus*, Enchytraeidae gen.sp., *Chaetogaster langi*, Tardigrada gen.sp.] и нижний [Nematoda gen.sp., *Nitocra spinipes*, *Cytherissa lacustris*, *Rynchotalona falcata*] ряды), а также % мелкой фракции песка (0.1-0.25 мм) (верхний ряд – справа) на участке песчаной литорали размером 0.11 м^2 в южной части Ладожского озера. Зоны с максимальным насыщением цвета маркируют участки наиболее высоких значений параметров.

Выводы

Вне зависимости от таксономического уровня мейобентос исследованной песчаной литорали Ладожского озера проявлял агрегированный тип распределения в микромасштабе.

Степень агрегированности выше для интерстициальных организмов.

Факторами, достоверно влияющими на различия в пространственной структуре, являются: крупность песка, доля детритной фракции и биотические связи внутри сообщества.

Размер агрегаций по результатам визуализации пространственных переменных составляет первые десятки сантиметров, однако, для получения более

достоверной картины требуется увеличение числа исходных данных (проб) за счет наращивания числа квадратов к исходной матрице.

Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания ИНОЗ РАН по теме № 0154-2019-0001 «Комплексная оценка динамики экосистем Ладожского озера и водоемов его бассейна под воздействием природных и антропогенных факторов»

Литература

[1] *Бурковский И.В.* Морская биоценология. Организация сообществ и экосистем. М.: Тов-во научных изданий КМК, 2006, 285 с.

[2] *Гиляров А.М.* Популяционная экология: Учеб. пособие. М.: Изд-во МГУ, 1990, 191 с.

[3] *Дудакова Д.С., Родионова Н.В., Протопопова Е.В., Капустина Л.Л., Бардинский Д.С.* Состав и динамика гидробионтов литорали бухты Петрокрепость Ладожского озера. / Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2015, № 2, С. 53-70.

[4] *Жирков И.А.* при участии *А.И. Азовского* и *О.В. Максимовой*. Жизнь на дне. Био-география и био-экология бентоса. М.: Т-во научных изданий КМК, 2010, 453 с.

[5] *Покаржевский А.Д., Гонгальский К.Б., Зайцев А.С., Савин Ф.А*. Пространственная экология почвенных животных. М.: Тов-во научных изданий КМК, 2007, 174 с.

[6] Построение моделей пространственных переменных (с применением пакета Surfer): Учебное пособие / К.А. Мальцев, С.С. Мухарамова. Казань: Казанский университет, 2014, 103 с.

[7] *Gansfort B., Traunspurger W., Threis I., Majdi N.* Wide variation in a tiny space: The microdistribution of meiobenthos in an artificial pond. / Freshwater Biology. 2018, V.63. Pp. 420-431.

[8] *Giere O.* Meiobenthology. The microscopic motile fauna of aquatic sediments. 2nd revised and extended edition Springer-Verlag, Berlin / Heidelberg. 2009, 527 p.

[9] *Legendre P.* Spatial autocorrelation: trouble or new paradigm? / Ecology. 1993. V.74, №6, Pp. 1659-1673.

S u m m a r y. In micro-scale range of space (centimeters) meiobenthos mainly follow the aggregated type of distribution. Our work made it possible to assess the degree of aggregation for meiobenthos of the lake Ladoga sandy littoral for different taxonomic levels from the community as a whole to particular dominated species. Maps of density distribution of different taxa, as well as some abiotic parameters are created. For some species, the size of aggregations is estimated.

ФАКТОРНАЯ ЭКОЛОГИЯ ЗООПЛАНКТОНА ЛИМНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Н.И. Ермолаева*, Г.В. Феттер**
**Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, hope@iwep.nsc.ru*
***Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, gleb_fetter@mail.ru*

FACTORIAL ECOLOGY OF ZOOPLANKTON IN LIMNIC SYSTEMS OF THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA

N.I. Yermolaeva*, G.V. Fetter**
**Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul*
***Novosibirsk State University, Novosibirsk*

Аннотация. Изучено 183 озера, расположенных в сухостепной, степной, лесостепной и лесной природных зонах. Выявлено, что в условиях юга Западной Сибири локальные абиотические факторы оказывают наибольшее влияние на формирование зоопланктона малых озер, определяя их видовое разнообразие, количественное соотношение различных компонентов и продукционные характеристики и, в большинстве случаев, превалируя над глобальными факторами.
Ключевые слова: озера, зоопланктон, абиотические факторы, Западная Сибирь

Введение

Юг Западной Сибири – территория, отличающаяся выраженной зональностью и высокой ландшафтно-географической вариабельностью. Одной из особенностей данной территории является обилие озер (несколько тысяч). Большинство из них – это малые озера с площадью менее 1 км^2. Именно малые озера являются наиболее информативными объектами для выявления региональных и глобальных изменений окружающей среды [1]. Крайне малая изученность экосистем малых озер связана с их многочисленностью, разнообразием характеристик, не востребованностью их биологических ресурсов, и наконец, с труднодоступностью.

Формирование видового состава и количественных характеристик зоопланктона каждого озера определяется совокупностью физических и химических процессов, происходящих на водосборе и в самом водоеме, которые определяются климатическими, геологическими и другими параметрами. Значительная вариабельность зональных и локальных факторов, влияющих на формирование гидробиоценозов малых озер юга Западной Сибири, позволяет охватить исследованиями морфологически и геохимически различные типы озер. Ландшафтный подход к исследованию водных экосистем и их сообществ позволяет целостно охарактеризовать особенности водных сообществ, в том числе и зоопланктона, с учетом специфики водосбора и генезиса территории.

Регион исследований, объекты и методы

Исследованные озера находятся вдоль пересекающихся трансект: широтной от 51°15’с.ш. до 56°45’с.ш., пересекающей более 700 км с юга на север на территории юга Западной Сибири в пределах Алтайского края и Новосибирской области и долготной от 66°30’в.д. до 84°50’в.д, протяженностью более 1200 км, охватывающей все ландшафтное разнообразие лесостепной зоны (рис. 1).

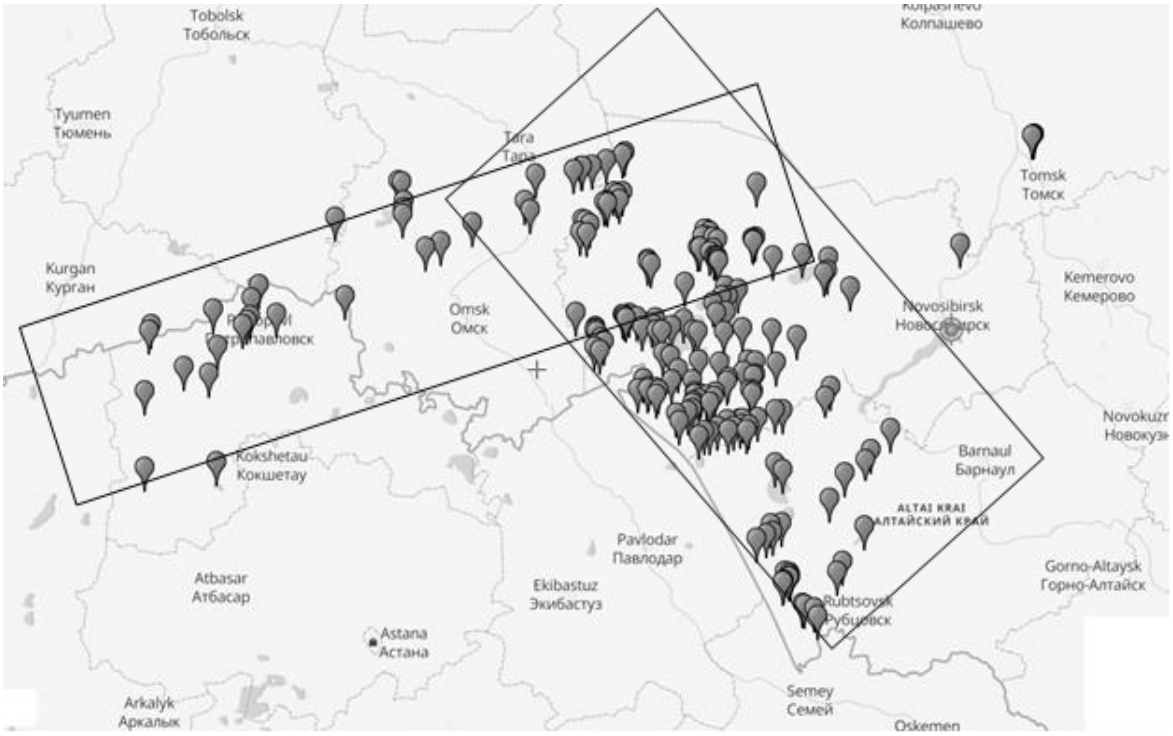


Рис. 1 Карта-схема расположения исследованных озер.

Изменение факторов внешней среды подчинено закону географической зональности, которая особенно рельефно выступает на такой обширной территории, как юг Западной Сибири. На исследованной территории находятся Западно-Сибирская, Васюганская, Ишимская и Кулундинская равнины, Барабинская низменность и Приобское плато. Наибольшее количество озер находится в степной и лесостепной зонах. В пределах Барабинской низменности (лесостепи) насчитывается более 2500 озер, а площадь их водного зеркала – 4900 км^2, а в Кулундинской низменности (степи) – 2955 озер с суммарной площадью 4000 км^2 [2]. В ложбинах Приобского плато расположено несколько озерно-речных систем, которые параллельно вытянуты на северо-восток [3]. Все эти водоемы относятся к Барабинско-Кулундинской биолимнологической области [4]. Озера разнообразны по своему генезису, по размерам, типу питания, гидрохимическому и гидробиологическому режимам.

Исследования проводились в 2000-2018 гг. по единой методической схеме. Для каждого озера измеряли морфологические и географо-климатические параметры, включая площадь, широту, долготу, максимальную глубину, проводили единовременный отбор гидрохимических и гидробиологических проб, измерение гидрофизических параметров (прозрачность, температура, Eh). Озера были в дальнейшем соотнесены с существующим разграничением ландшафтных зон: сухостепной, степной, лесостепной, подтаежной [5]. Ряд озер был отнесен к группе азональных – озера ленточных сосновых боров.

Результаты

В каждой ландшафтной зоне видовой и количественный состав зоопланктона лимнических систем зависит от своего сочетания факторов. Определяющими факторами для формирования сообществ зоопланктона в степной зоне

являются pH и минерализация. В лесостепной и таежной зонах роль минерализации и активной реакции среды снижается, при этом возрастает определяющая роль суммы температур, концентрации гидрокарбонатов, степени насыщения кислородом, концентрации органических веществ.

Одним из основных свойств экосистем малых бессточных озер является экстремальность условий существования. Это обусловлено небольшими размерами и глубинами озер, расположенных в резко континентальном климате. И, соответственно, резкими сезонными колебаниями физико-химических характеристик. В течение сезона открытой воды в большинстве исследованных озер уровень минерализации возрастает, вследствие процессов испарения. И происходит закономерная смена видового состава зоопланктона, которая в данном случае зависит не только от сезонных сроков развития того или иного вида и от температуры. При сезонном росте минерализации наблюдается смена олигогалинного комплекса зоопланктона на мезогалинный, а эугалинный сменяется на полигалинный. Количество видов ветвистоусых рачков к осени падает, в среднем, в 2 раза. *Ceriodaphnia affinis* Lill. и *Alona guttata* Sars выпадают из состава сообщества во всех исследованных озерах, а, например, *Chydorus ovalis* Kurz выпадает только в тех озерах, химизм которых переходит из олигогалинного в мезогалинный [6, 7]. Таким образом, при исследовании озер замкнутого стока, особенно водоемов малой площади, необходимо учитывать не только особенности ежегодных циклов развития того или иного вида, но и сезонные изменения химизма воды. Кроме того, необходимо учитывать и многолетние изменения уровня воды в озерах, которые так же связаны с минерализацией. В годы с максимальным обводнением видовой состав зоопланктона практически во всех непроточных озерах будет значительно отличаться от наблюдаемого в момент регрессии.

Еще одним существенным фактором, определяющим пространственно-временную динамику функционирования зоопланктонных сообществ, является кислородный режим озер. Зимний режим оказывает влияние на состояние зоопланктона в летнее время. В полностью промерзающих в зимнее время озерах, либо в озерах с напряженным кислородным режимом (т.н. «заморных») наблюдается сокращение видового состава зоопланктона. Летом в таких озерах преобладает комплекс, представленный, главным образом ветвистоусыми рачками. Коловратки встречаются в очень небольшом количестве и представлены, как правило, эврибионтными видами. Очевидно, способность кладоцер образовывать эфиппии с кристаллическим желтком, успешно выдерживающие как промерзание, так и пересыхание, дают им преимущество при формировании летнего сообщества. В озерах, где подо льдом сохраняется некоторое количество воды и концентрация растворенного кислорода не опускается ниже 0,5 г/л, отмечено гораздо более высокое видовое разнообразие летнего зоопланктонного сообщества. В пробах обычно обнаруживается 17-49 видов (в среднем 27 видов на пробу объемом 50 л).

Для анализа факторов, влияющих на распределение зоопланктона в зарослях макрофитов были выбраны малые непроточные озера с минерализацией не превышающей 7 г/л (при более высокой минерализации макрофитные зарос-

ли в озерах не обнаружены). Кроме того, в озерах нет популяций планктоноядных рыб, т.е. практически исключен активный пресс хищников. Макрофитные заросли таких озер представлены, как правило, тростником вдоль которого развиваются погруженные заросли рдеста или роголистника. Температура воды в зарослях, как правило, на 0,1-0,2ºС выше, чем на открытой пелагиали. Концентрация растворенного кислорода в дневные часы среди рдестов в среднем на 2-5 мг/л чем в центральной части озер. Макрофиты активно формируют химический состав воды. Как правило, в пелагиали вода имеет более щелочную реакцию, чем в литорали. Растения снижают жесткость воды, поглощая Mg и Na. Наблюдается перераспределение соединений азота, фосфора и хлора. В озерах наблюдается перераспределение зоопланктона между открытой пелагиалью и зарослями макрофитов в литорали. По-видимому, для коловраток и копепод в этом немаловажную роль играет микроэлементный состав воды, а для ветвистоусых - наличие пищи и убежища.

Проведен статистический анализ комплексного влияния активной реакции воды (pH), общей минерализации (TDS), суммы годовых эффективных температур, концентрации растворенного кислорода, карбонатов, сульфатов, хлоридов, нитратов, фосфатов, $БПК_5$, прозрачности на формирование зоопланктонного сообщества озер. Графический и дисперсионный анализы показали, что продукция зоопланктонного сообщества в целом в меньшей степени лимитировано абиотическими факторами среды обитания, чем фитопланктон, макрофиты и зообентос. С увеличением минерализации достоверно снижается только число видов.

При анализе продукционных показателей различных групп зоопланктона на указанных градиентах среды выявлено, что Cladocera, Rotifera, Copepoda различным образом реагируют на их изменение. Часто реакции являются разнонаправленными, что не позволяет их проследить при рассмотрении сообщества в целом.

Максимальная продукция зоопланктонного сообщества наблюдается в озерах лесостепной зоны, снижаясь в степной и в лесной зонах (то есть при возрастании и при снижении суммы положительных температур).

В целом многофакторный анализ показал, что в условиях юга Западной Сибири локальные абиотические факторы оказывают наибольшее влияние на формирование зоопланктонных сообществ малых озер, определяя их видовое разнообразие, количественное соотношение различных компонентов и продукционные характеристики и, в большинстве случаев, превалируя над глобальными факторами.

Благодарности

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ № 17-05-00404 А.

Литература

[1] *Гашкина Н.А.* Пространственно-временная изменчивость химического состава вод малых озер в современных условиях изменения окружающей среды. Дисс. на соиск. уч. ст. д.г. н. М., 2014. 207 с.

[2] *Абрамович Д.И.* Воды Кулундинской степи. Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1960. 136 с.
[3] *Винокуров Ю.И., Цимбалей Ю.М.* Ландшафтная индикация в эколого-географических исследованиях. Новосибирск: Гео, 2016. 258 с.
[4] *Жадин В.И., Герд С.В.* Реки, озера и водохранилища СССР, их фауна и флора. М.: Учпедгиз, 1961. 599 с.
[5] *Алексеев Б.А., Голубев Г.Н., Романова Э.П.* Глобальная модель современных ландшафтов мира. / География, общество, окружающая среда. М., 2004. Т. 2: Функционирование и современное состояние ландшафтов.
[6] *Ермолаева Н.И.* Особенности распределения зоопланктона в озерах различной минерализации Барабинско-Кулундинской озерной провинции (юг Западной Сибири). / Экология водных беспозвоночных сборник материалов Международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Ф.Д. Мордухай-Болтовского. 2010. С. 90-93.
[7] *Ермолаева Н.И.* Сезонные изменения сообществ Cladocera в озерах различной минерализации Барабинско-Кулундинской озерной провинции (юг Западной Сибири). / Актуальные проблемы изучения ракообразных континентальных вод: матер. лекций и докл. Междунар. школы-конф. Борок, 2012. С. 187-189.

S u m m a r y. We analysed associations between characteristic features of zooplankton community and local abiotic factors in 183 lakes located in four broadly defined vegetation zones: dry-steppe, steppe, forest-steppe and subtaiga in the territory of the South of Western Siberia. In this geographical zone local abiotic factors have the greatest influence on formation of zooplankton in small lakes, defining their species variety, a quantitative ratio of various species and production characteristics and, in most cases, prevailing over global factors.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ГРИБОВ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА В СВЯЗИ С ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

И.В. Иофина
Институт озероведени РАН, Санкт-Петербург, irinaio@yandex.ru

ASSESMENT OF THE AQUATIC FUNGI OF LADOGA LAKE DUE TO THE IMPACT OF NATURAL AND ANTROPOGENIC FACTORS

I.V. Iofina
Institute of Limnology RAS, St. Petersburg

Аннотация. Многолетние исследования водной микофлоры Ладожского озера позволили оценить роль водных грибов в озерной экосистеме, получить индивидуальные экологические характеристики большого количества видов, которые могут служить основой моделирования их поведения в условиях изменения биогенной нагрузки, климатических факторов, в том числе, и в наиболее распространенных местах промышленных сбросов. Полученные таким образом закономерности, наравне с общими представлениям могут быть положены в основу прогнозирования изменений планктонного сообщества.
Ключевые слова: водные грибы, Ладожское озеро,экосистема, антропогенное эвтрофирование.

Введение

Все водные грибы являются гетеротрофными организмами. Они участвуют в минерализации органических субстратов, а уровень заспоренности воды их пропагулами (грибные зародыши гиф и споры различных типов) является показателем трофии водоема. В условиях антропогенного воздействия на водоем, они могут быть использованы в качестве индикаторов степени загрязнения водоема [1]. Грибы являются необычайно пластичной и экологически подвижной группой живых организмов с высокими адаптационными способностями. В условиях антропогенного воздействия на озеро водные грибы могут быть использованы в качестве степени загрязнения водоема. Уровень заспоренности воды пропагулами микопланктона (грибные зародыши гиф и споры различных типов) является показателем трофии водоема.

Объекты и методы

Исследования проводились на Ладожском озере в разные периоды 2013-2018 гг. Пробы воды отбирались с поверхности и у дна. Определялась общая численность микопланктона и видовой состав. Для выделения водных грибов был использован метод глубинного посева воды. Объем пробы в опытах был 5 мл, использовалась агаризованная питательная среда – сусло-агар. С целью задержки роста бактерий к среде добавляли смесь антибиотиков. Опыты проводились в чашках Петри. Засеянные чашки Петри инкубировались в течение недели при температуре 18-24°С, выросшие колонии подсчитывали, а представителей отличающихся колоний отсевали в пробирки со скошенным агаром того же состава [4]. Видовое определение культур осуществлялось согласно требованиям определителей Lodder [9] и Пидопличко [6].

Обсуждение результатов

Качественный анализ микофлоры проведенный за все годы иследований был представлен: *Hyphochytridiomycetes*, *Chytridiosomycetes*, *Oomycetes*, *Zigomycetes*, *Deuteromycetes*. Из *Oomycetes* наиболее распространенными были *Saprolegnia ferax* (Gruith) и *Lactomytus lacteus* (Ag). Из *Zygomycetes* отмечалась высокая встречаемость грибов *Mucor circineloides* (Tieghem) и *Rhyzopus nigrican* (Ehrenberg). *Deuteromycetes* представлен родами *Pénicillium, Trichoderma*, *Candida* и *Rhodotorula*. Широко распространенные в воде дрожжевые организмы были разделены по окраске штриха на окрашенные и бесцветные. Бесцветные формы отнесены по основным признакам к двум видам – *Candida krusei(Berhout)* и *Torulopsis candida* (Saito) Lodder. Все цветные формы принадлежат виду *Rhodotorula rubra* (Schimon) F.C. Harrison, Nouveau Traité Méd. В 2017 году, в первые за последнее десятилетие, были выделены представители рода *Cladosporium.* Начиная с 2013 года отмечалось изменение качественного состава микопланктона в сторону увеличения численности дрожжевых грибов, которые образовывали доминирующий комплекс. И только в 2017г. в доминирующий комплекс вошли несовершенные грибы родов *Cladosporium* и *Pénicillium*. Доминирующую роль, среди дрожжевых грибов сохранил вид *Candida krusei* (Berhout). Эта же тенденция сохранилась в 2018 году.

Все выделенные виды, по такому показателю, как частота встречаемости, условно разделили на 3 группы: постоянные, периодические и редкие виды [7]. Группа постоянных обитателей представлена видами, чье развитие было стабильным на протяжении многолетних наблюдений, колебалась лишь численностью того или иного вида (родов *Mucor, Trichoderma, Pénicillium*). Вторая – виды встречающиеся периодически по всей акватории или в отдельных районах озера. К этой группе относятся виды родов *Achlya, Chytridium, Aspergillus.* Третья группа, виды, встречающиеся эпизодически и имеющие очень низкую численность. Это представители родов *Fusidium, Rhizophidium, Woronina* и др., Можно отметить, что первые две группы составляют устойчивый комплекс мицелиальных грибов, участвующий в деструкционных процессах.

В период исследования 2013-2018 годов максимальная численность водных грибов регистрировалась в 2013 году и составляла 7000 п/литр, что вероятно было вызвано осенней вспышкой диатомовых водорослей и последствиями этапа интенсивной перестройки озерной биоты. Исследования 2015 года показали самые низкие значения микопланктона с 2009 года, при этом произошла видовая перестройка доминирующего комплекса, возможно вызванная ростом объема новообразованного органического вещества [6].

Затем, в двух последующих годах фиксировалось заметное снижение численности микофлоры: в 2014 -2000 п/л, 2015-1200 п/л, затем повышение в 2016 году до 3600 п/л , в 2017 году снижение до 2300 п/л и наконец, 2018 г. до 1600 п/л, в соответствии с рисунком 1. Следует отметить, что при этом сохранилась тенденция видовой перестройки доминирующего комплекса, возможно вызванная ростом объема новообразованного органического вещества.

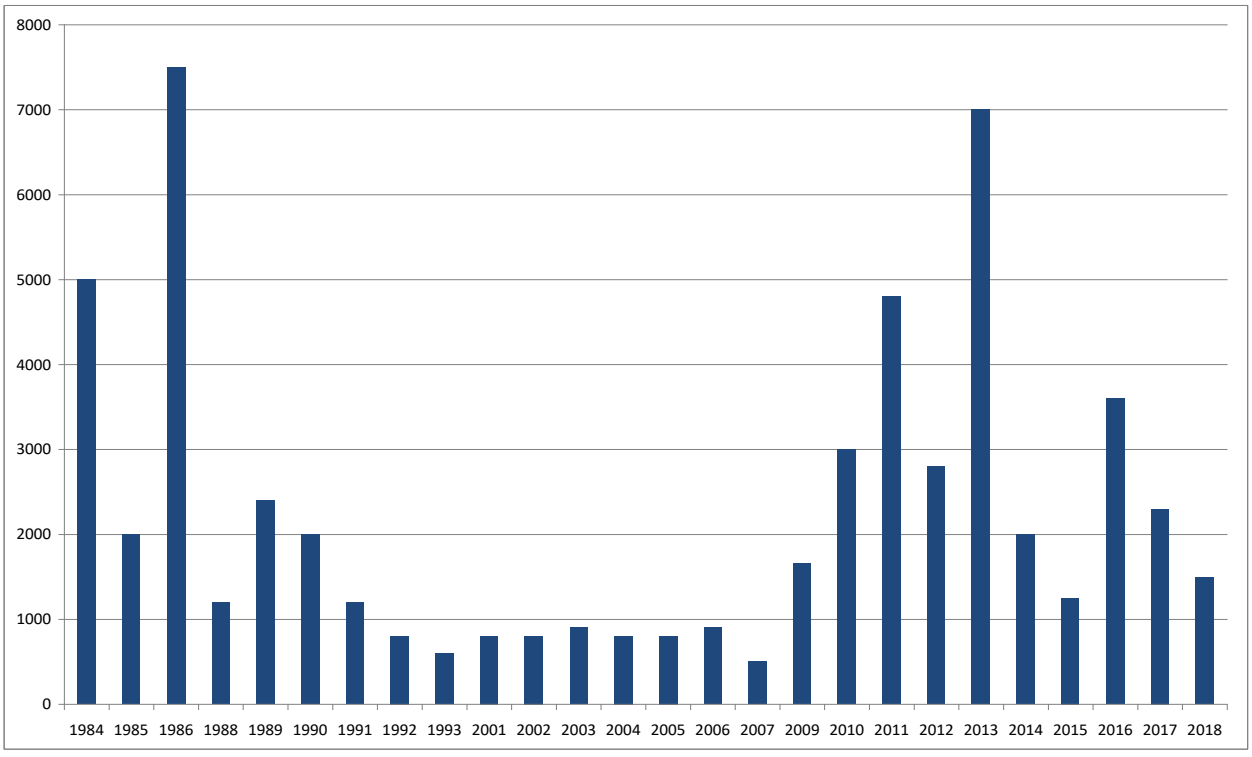


Рис. 1. Численность водных грибов по акватории Ладожского озера (п/л).

Высокие значения микопланктона были характерны для 80-х годов (максимум отмечался в 1986 году и составлял 7500 п/л), что объяснялось последствиями процесса антропогенного эвтрофирования. Снижение численности стало наблюдаться с 1991 года, когда антропогенная нагрузка на озеро упала. С 2001 года средняя численность микопланктона по акватории озера колебалась от 500 до 900 пропагул/л.

В летний сезон видовой состав был разнообразен и максимальная численность зарегистрирована в 2018 году в ультрапрофундальной зоне Ладожского озера (5800 п/л).Осенние наблюдения показали, что наибольшие значения фикси ровались в 2017 г. в прибрежной и в ультрапрофундальной зонах (4000 п/л). Несмотря на то, что в 2013 г. регистрировались максимальные значения в поверхностном горизонте, придонные значения не превышали средних. Наибольшая численность отмечались (2800 п/л) в прибрежной зоне. В 2018 г. высокие значения зарегистрированы в придонном горизонте ультрапрофундальной зоны (5000 п/л).

Период осенних наблюдений во все годы исследований характерен общим снижением количественного состава по сравнению с летним. Максимальные значения не превышали 3600 п/л, которые были зарегистрированы в 2017 г. в прибрежном и ультрапрофундальном районах озера.

Анализируя полученные данные, следует отметить, что максимальные значения микопланктона в поверхностном и придонном горизонтах были характерны для двух зон озера – прибрежной и ультрапрофундальной. Возможно, это связано с паводками, поступлением хозяйственно-бытовых стоков и вод притоков в прибрежном районе. Именно здесь были выделены виды, развитие которых связано с повышенным содержанием органического вещества и антропогенного загрязнения – *S. ferax* (Gruith), *Leptomytes lacteus* (Ag) [2, 3]. Причем на грибах рода Saprolegnia был обнаружен паразитирующий *Woronina polycystis Cornu*. В Волховской губе выделялись дрожжевые грибы *Rhodotorula rubra* (Schimon) *F.C. Harrison, Nouveau Traité Méd.u Torulopsis candida* (Saito) *Lodder*, что указывает на локальное техногенное воздействие [8].

В профундальном районе были обнаружены единичные экземпляры Rhizophidium planctonicum Canter паразитирующие на водорослях *A. Formosa, Olpidiopsis sp. Cornu* на водорослях рода *Zygnema*.

Выводы

Многолетние комплексные наблюдения на Ладожском озере позволили оценить роль водных грибов в озерной экосистеме в процессе ее эволюции. Позволили получить индивидуальные экологические характеристики большого количества видов водной микофлоры, которые могут служить основой моделирования их поведения в условиях изменения биогенной нагрузки, климатических факторов, в том числе, и в наиболее распространенных местах промышленных сбросов. Полученные таким образом закономерности, наравне с общими представлениями об экологии вида, могут быть положены в основу прогнозирования изменений планктонного сообщества. Вследствии этого, можно предположить, что отмечавшийся до 2017 года рост численности был вызван

появлением новообразованного органического вещества за счет осенней вспышки диатомовых и последствиями этапа интенсивной перестройки озерной биоты. Исходя из величин общей численности микопланктона в последние годы, Ладожское озеро, в целом, является мезотрофным водоемом. Следует отметить, что в случае роста объема новообразованного органического вещества (НОВ) в придонных слоях прибрежных районов можно ожидать появление микобиоты с высокой численностью, на порядок и более превышающей нынешнюю, с образованием массовых колоний, что может привести к ухудшению качества воды.

Полученные данные не показали наличия грибов в таких объемах, которые могли бы привести к ухудшению качества воды. Интерес представляет изменение качественного состава микопланктона в сторону уменьшения численности дрожжевых грибов в последние годы исследований и заметное увеличение численности микопланктона в придонных слоях воды.

Литература

[1] *Дудка И.А*. Грибы как компоненты пресноводных биоценозов. / Микол. и. фитопатол. – 1974. Т.8. № 5. – С.444-449.

[2] *Каламээс К.А*. Положение грибных группировок в структуре экосистем. / «Изучение грибов в биогеоценозах». – Л.: Наука, 1999. – С. 4-10.

[3] *Коколия Т.Г.* О развитии водного гриба Лептомитуса и других компонентов биологических обрастаний в р. Неве. / Санитарное состояние реки Невы. – Л. 1967. – С. 110-126.

[4] *Литвинов М.А., Дудка И.А.* Методы исследования микроскопических грибов пресных и соленых (морских) водоемов. – Л.: Наука. 1977. – 151 с.

[5] *Пидопличко Н.М., Милько А.А*. Атлас мукоральных грибов. – Киев: Наукова думка, 1975. – 187 с.

[6] *Петрова Н.А., Петрова Т.Н., Сусарева О.М., Иофина И.В.* Особенности эволюции экосистемы Ладожского озера под влиянием антропогенного евтрофирования. / Водные ресурсы. 2010. – Т. 37, № 5. – С. 580-590**.**

[7] *Семенова Т.А*. Антропогенная изменчивость микроскопических грибов в водных экосистемах (на примере водоемов Среднего Поволжья). – Тольятти: ИЭВБ РАН, 1994. – 36 с.

[8] *Терехова В.А.* Микромицеты в экологической оценке водных и наземных экосистем.- М.; Наука, 2007.-215 с.

[9] *Lodder J*. The yeast. A taxonomic study. – Amsterdam-London, 1970. – 658 p.

S u m m a r y. Long-term studies of aquatic fungi of Ladoga Lake allowed us to estimate theirs influence to the lake ecosystem, to obtain individual environmental characteristics of a large number of species that can be served as the basis for modelling their behaviours in conditions of changes in biogenic impact and of the climatic factors, including at the places of most common industrial discharges.

ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ВОДЫ И ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ ПОЛИГОНАЛЬНЫХ ВОДОЕМОВ МОНИТОРИНГОВОГО УЧАСТКА ГПЗ «КЫТАЛЫК» (БАССЕЙН РЕКИ ИНДИГИРКА)

С.Н. Левина*, М.И. Федулова*, Н.М. Нигматуллин**, П.В. Давыдова*, Р.М. Городничев*, Л.А. Пестрякова*

**СВФУ им. М.К. Аммосова, г. Якутск, levina_sardan@mail.ru*

***Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань*

HYDROCHEMICAL PARAMETERS OF WATER AND THE TAXONOMIC COMPOSITION OF DIATOMS OF POLYGONAL PONDS OF MONITORING SITE KYTALYK (INDIGIRKA RIVER BASIN)

S.N. Levina*, M.I. Fedulova*, N.M. Nigmatullin**, P.V. Davydova*, R.M. Gorodnichev*, L.A. Pestryakova*

**Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk*

***Kazan Federal University, Kazan*

Аннотация. В данной работе приведены данные гидрохимического анализа и исследования таксономического состава диатомовой флоры полигональных водоемов бассейна реки Индигирка. Работа была выполнена в рамках мониторинговых исследований в местности Кыталык Аллайховского района в 2017 г.

Ключевые слова: полигональный водоем, гидрохимические параметры, диатомовые водоросли, тундра, Индигирка, Якутия, Арктика.

Введение

Ландшафты северных регионов в условиях криолитозоны характеризуются широким распространением водоемов разного происхождения. Изучение полигональных водоемов представляют несомненный интерес в лимнологии и в природопользовании тем, что в процессе протаивания многолетних мерзлых пород они могут образовывать крупные водные объекты [1].

Полигональные водоемы характерны для арктических тундр и северной части типичных тундр. Они развиваются в условиях экстремально холодного климата на субстратах, скованных многолетней мерзлотой, которая и обуславливает их облик и структуру.

Объекты и методы исследования

Материалы для работы были собраны в рамках экспедиции Кыталык-2017, где были проведены исследования на территории ГПЗ «Кыталык» (р. Берелех) на 24 установленных точках (KYT-1– KYT-35), 16 из которых являются мониторинговыми участками (рис. 1). Сбор полевого материала осуществлялся в период 5 по 14 июля 2017 года с помощью стандартных методов и набора полевого оборудования.

Изучаемые точки прилегают на разных формах рельефа (едома, нижний алас, верхний алас). На едоме были взяты 2 точки (KYT-9, KYT-30). На нижнем аласе располагаются 4 точки исследования (KYT-3, KYT-4, KYT-16, KYT-17). Остальные изучаемые точки расположены на верхнем аласе.

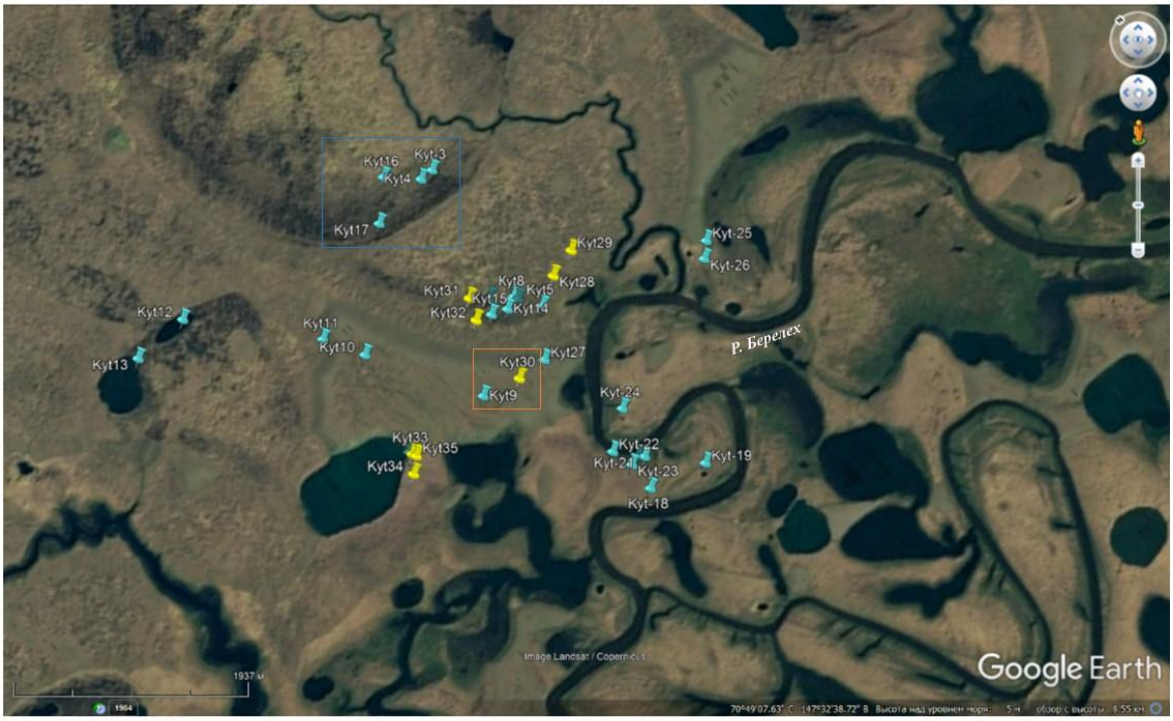


Рис. 1. Карта расположения исследуемых водоемов.

Исследование гидрохимических параметров воды изучаемых водоемов

Минеральный состав воды отражает результат ее взаимодействия с береговыми, подстилающими и почвообразующими минералами и породами, а также с воздушной средой [2].

Все гидрохимические показатели связаны между собой. В основном водный показатель завит от концентрации гидрокарбонатов и карбонатов кальция, калия, магния, натрия в воде – чем выше концентрация этих минеральных веществ в воде, тем выше уровень водородного показателя.

Доля кальция составила от 20% до 83%, среднее значение 45%. Концентрация ионов кальция варьирует от 1 мг/л до 20 мг/л. Средняя концентрация ионов кальция равно 5,7 мг/л. Доля магния колеблется от 4% до 93%, средний эквивалент равен 38%. Минимальная концентрация магния 0,2 мг/л, максимальная 9,9 мг/л, в итоге средняя величина 2,9 мг/л. Доля суммы натрия и калия самая минимальная, она составляет от 1% до 62%. В среднем значении доля суммы натрия и калия равна 17%. Доля гидрокарбоната колеблется от 4% до 94%, а концентрация от 1 мл/л до 76 мг/л. Средняя доля составляет 44%, а величина 14 мг/л. Доля сульфатов меняется от 1% до 94%. Концентрация изменяется от 0,2 мг/л до 49 мг/л. Среднее значение доли равно 52%, а концентрации 14 мг/л. Доля хлоридов варьирует от 0,1% до 14%, а концентрация от 0,1 мг/л до 4 мг/л. Если подытожить все главные ионы, можно увидеть, что преобладают кальций и гидрокарбонаты (рис. 2).

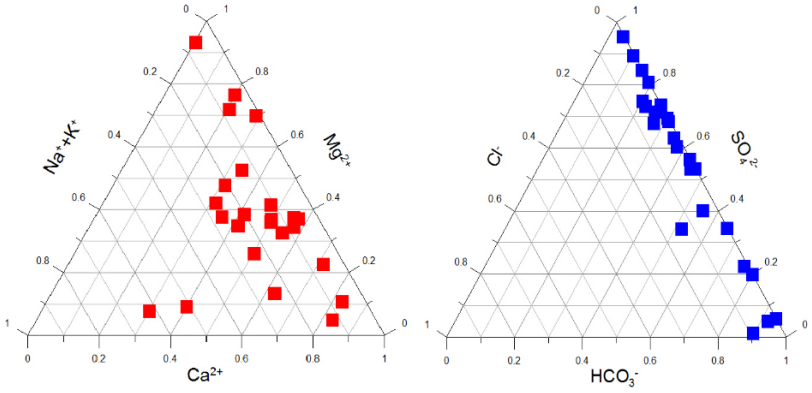


Рис. 2. Главнейшие ионы воды.

Вода полигональных водоемов ГПЗ «Кыталык» по средним значениям концентраций главнейших ионов может быть охарактеризована формулой М.Г. Курлова.

Едома:

$$M0{,}08\frac{HCO_3 85\ SO_4 14}{Ca62Mg28}pH5{,}5Ж0{,}8$$

Сульфатно-гидрокарбонатная магниево-кальциевая, с общей минерализацией 0,08 г/л, преобладающей концентрацией гидрокарбонатов и кальция, кислой реакцией среды и низкими значениями общей жесткости (вода очень мягкая). По О.А. Алекину данные объекты отнесены к гидрокарбонатному классу, группе кальциевых вод II типа.

Нижний алас:

$$M0{,}06\frac{HCO_3 49\ SO_4 47}{Ca60Mg30}pH7Ж0{,}4$$

Сульфатно-гидрокарбонатная магниево-кальциевая, с общей минерализацией 0,06 г/л, преобладающей концентрацией гидрокарбонатов и кальция, нейтральной реакцией среды и низкими значениями общей жесткости (вода очень мягкая). По О.А. Алекину данные объекты отнесены к гидрокарбонатному классу, группе кальциевых вод II типа.

Верхний алас:

$$M0{,}07\frac{SO_4 50\ HCO_3 43}{Ca45Mg43}pH6{,}5Ж0{,}3$$

Гидрокарбонатно-сульфатная магниево-кальциевая, с общей минерализацией 0,06 г/л, преобладающей концентрацией сульфатов и кальция, нейтральной реакцией среды и низким значением общей жесткости (вода очень мягкая). По О.А. Алекину данные объекты отнесены к сульфатному классу, группе кальциевых вод II типа.

Исследование таксономического состава диатомовой флоры исследуемых водоемов

Диатомовый анализ образцов поверхностного осадка (0-1 см) был выполнен по общепринятым методикам [2, 3]. Для идентификации видов были использованы отечественные и зарубежные определители. Встреченные в препаратах диатомеи определялись до вида, разновидности и формы.

По результатам исследования было выявлено 90 видов диатомей, относящиеся к 26 родам, 22 семействам, 14 порядкам и 3 классам Bacillariophyceae, Mediophyceae и Coscinodiscophyceae. Наибольшее количество видов зарегистрировано в родах: *Eunotia* (24) и *Pinnularia* (13). Подобная таксономическая структура состава с преобладанием указанных родов характерна также для стоячих водоемов с эпизодически меняющимся гидрологическим режимом. Высокое видовое разнообразие (до 33 видов) отмечено в аласных водоемах высокого уровня.

Абсолютным доминантом (до 70%) из 26 массовых форм является *Tabellaria flocculosa* (Roth.) Kutz. относится к арктоальпийской биогеографической группе. По приуроченности к месту обитания вид характеризуется по-разному: как эпифитный, эпифитно-планктонный, тихопланктонный, факультативно-бентосный. По реакции на основные факторы среды (соленость, pH) вид – галофоб и ацидофил. За *Tabellaria flocculosa* следуют два вида из рода *Eunotia* - *E.bilunaris* и *E. Subarcuatoides*, которые являются пресноводными космополитами, широко распространенными в стоячих и текучих водоемах всех типов, особенно в моховых болотах и в почве.

Обсуждение результатов и выводы

Для всех водоемов наблюдаются разные комбинации катионов и анионов. Для водоемов едомы и нижнего аласа, по средним значениям концентраций главнейших ионов может быть охарактеризована как сульфатно-гидрокарбонатная магниево-кальциевая, с общей минерализацией 0,06 и 0,08 г/л. В верхнем аласе гидрокарбонатно-сульфатная магниево-кальциевая, с общей минерализацией 0,06 г/л. В среднем преобладает гидрокарбонат и кальций. Наблюдается увеличение минерализации, водородного показателя и жесткости.

При исследовании диатомовой флоры выявлено 90 видов диатомей, относящиеся к 26 родам, 22 семействам, 14 порядкам и 3 классам. Доминантами в которых являются три вида *Tabellaria flocculosa* за которой следуют два вида из рода *Eunotia* - *Eunotia bilunaris* и *Eunotia subarcuatoides*, которые широко распространены в стоячих и текучих водоемах, особенно в моховых болотах и в почве Таким образом, диатомовая флора, исследуемых водоемов характерна для северных арктических биотопов.

Благодарности

Работа выполнена в рамках проектной части государственного задания в сфере научной деятельности Министерства образования и науки РФ по Заданию 5.2711.2017/4.6, проекта РФФИ-регион 18-45-140053 р_а «Эволюция природной среды Восточного сектора Арктики в голоцене с применением прокси-индикаторов (например Якутии)», а также в ходе выполнения проекта в рамках проектного финансирования СВФУ им. М. К. Аммосова (приказ 494-ОД от 02.05.2017 г.).

Литература

[1] *Жирков И.И.* Морфогенетическая классификация как основа рационального использования, охраны и воспроизводства природных ресурсов озер криолитозоны (на примере Центральной Якутии). / Вопросы рационального использова-

ния и охраны природных ресурсов разнотипных озер криолитозоны (На примере Центральной Якутии). Межвузовский сб. – Якутск: ЯГУ, 1983. – С. 4-47.
[2] Общие закономерности возникновения и развития озер. Методы изучения озер. Серия: История озер СССР. – Л.: Наука, 1986. – 254 с.
[3] *Пестрякова Л.А*. Исследование водных экосистем. Методы диатомового анализа. – Якутск: Изд-во ЯГУ, 1997. – 33 с.

S u m m a r y. This paper presents the data of hydrochemical analysis and investigation of the taxonomic composition of diatom flora of polygonal ponds of the Indigirka river basin. The work was carried out in the framework of monitoring studies in the area of Kytalyk Allaykhovsky district in 2017.

ИЗУЧЕНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МУРАКАНСКОГО И МАЛОГО МУРАКАНСКОГО ОЗЕР ОНЕЖСКОГО ПОЛУОСТРОВА БЕЛОГО МОРЯ. ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

А.О. Перетрухина*, Т.Ю. Репкина**, П.А. Леонтьев*, Ю.А. Кублицкий*, Н.Е. Зарецкая***, Д.А. Субетто*, Д.Д. Кузнецов****, О.С. Шилова**, М.Ю. Демидионов*, Д.А. Щербаков*, В.В. Тумская*****

**РГПУ им. А. И. Герцена, г. Санкт-Петербург*
***МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет, г. Москва,*
****Геологический институт РАН, г. Москва,*
*****Институт озероведения РАН, г. Санкт-Петербург*
******Школа 1540, г. Москва*

FIRST RESULTS OF BOTTOM SEDIMENT RESEARCHES OF MURAKANSKOYE AND MALOE MURAKANSKOYE LAKES, ONEGA PENINSULA, WHITE SEA

A.O. Peretrukhina*, T.Y. Repkina**, P.A. Leontiev*, Y.A. Kublitskiy*, N.E. Zaretskaya***, D.A. Subetto*, D.D. Kuznetsov****, O.S. Shilova**, M.Y. Demidionov*, D.A. Scherbakov*, V.V. Tumskaya*****

**Herzen State Pedagogical University of Russia,*
***Moscow State University, Moscow*
****Geological Institute, Russian Academy of Science, Moscow*
*****Limnology Institute, Russian Academy of Science, St.Petersburg*
****** School 1540, Moscow*

Аннотация. Летом 2018 года на западном побережье Унской губы были выполнены полевые работы на Мураканском и Малом Мураканском озёрах, включавшие батиметрические съёмки, отбор донных отложений, их литостратиграфическое описание. В результате обработки полученных материалов были построены сводные стратиграфические колонки, определены потери массы при прокаливании образцов донных отложений Малого Мураканского озера. Сформулированы предварительные выводы об изменении уровня Белого моря на данной территории.
Ключевые слова: палеогеографическая реконструкция, донные отложения озёр, голоцен, Белое море, уровень моря.

Введение

При детальном изучении донных отложений озёр возможно проследить изменение условий осадконакопления и реконструировать голоценовую историю региона. В бассейне Белого моря на протяжении многих лет ведётся рабо-

та по изучению малых озёр побережья [1, 3, 4, 5]. Цель исследования – реконструкция уровня Белого моря и положения его береговой линии. В рамках экспедиционных исследований 2018 г. для дальнейшего изучения отобраны керны донных отложений двух озёр на западном побережье Унской губы.

Регион исследований, объекты и методы

Регион исследования – южная часть Белого моря, Онежский полуостров, западное побережье Унской губы. Объектами изучения являются Мураканское (64°50′00″ с. ш. 38°05′00″ в. д., урез воды 6.9 м н.у.м.) и Малое Мураканское озёра (64°49′40″ с.ш. 38°0′13″ в.д., урез 10.9 м н.у.м.) (рис. 1).



Рис. 1. Географическое положение озёр. Космический снимок google.maps.

Полевые работы включали рекогносцировку, уточнение гипсометрического положения озёр, батиметрическую съёмку эхолотом Lowrance LMS-480 и ручным лотом в комплексе со спутниковым навигатором Garmin GPSmap 62s. В выборе места бурения учитывались рельеф котловины и глубина.

В Малом Мураканском озере сделано 174 промера глубин и выбрана точка для пробоотбора в западной части озера с максимальной глубиной 4 метра, приуроченной к подножию моренной гряды.

В Мураканском озере сделано 184 промера и выбраны три точки для бурения: в центральной, западной и восточной частях озера.

Отбор кернов производился с плота русским торфяным буром, далее производилось литологическое описание колонок донных отложений, в котором учитывались цвет, тип осадков, минеральные и органические включения.

Керны были разобраны для различных анализов, таких как: потери при прокаливании, диатомовый анализ и радиоуглеродное датирование и др.

Данные о потерях при прокаливании (ППП) применяют для оценки содержания органики в отложениях. Для этого образцы высушивают при температуре 105°С, взвешивают и прокаливают в муфельной печи при температуре 510°С, затем взвешивают вторично. Разница в весе отражает содержание органического вещества в образце.

Диатомовый анализ выявляет экологические особенности водоемов, в зависимости от таксономической принадлежности диатомовых водорослей и их количества в образцах. С помощью радиоуглеродного датирования определяется возраст пород для привязки колонки к геохронологической шкале.

Результаты и их обсуждение

В Малом Мураканском озере вскрыты несколько слоёв различных оттенков гиттии от коричневого до оливкого с гидротроилитом. Ниже расположен слой опесчаненной глины, перекрытый среднезернистым песком, предположительно морского происхождения. Слои гиттии и песка разделяет слой торфа на глубине 7 м от поверхности воды (рис. 2).

В восточной части Мураканского озера (точка 2, рис. 3) вскрыт торф на глубине около 1,5 м от поверхности дна, он перекрыт слоями глинистого алеврита и гиттии, подстилается слоистой опесчаненной глиной. Разрез в центральной части озера меньшей мощности (около 1,5 м). Разрез с наибольшей мощностью осадков (3,05 м) вскрыт в западной части озера. Два последних разреза (точки 1 и 3, см. рис. 3) представлены алевритами, перекрытыми гиттией, слой торфа не обнаружен. Различия осадочных последовательностей трёх разрезов Мураканского озера могут быть связаны со сложным строением его котловины.

Метод определения потерь массы при прокаливании использован для исследования колонки донных отложений Малого Мураканского озера (рис. 2).

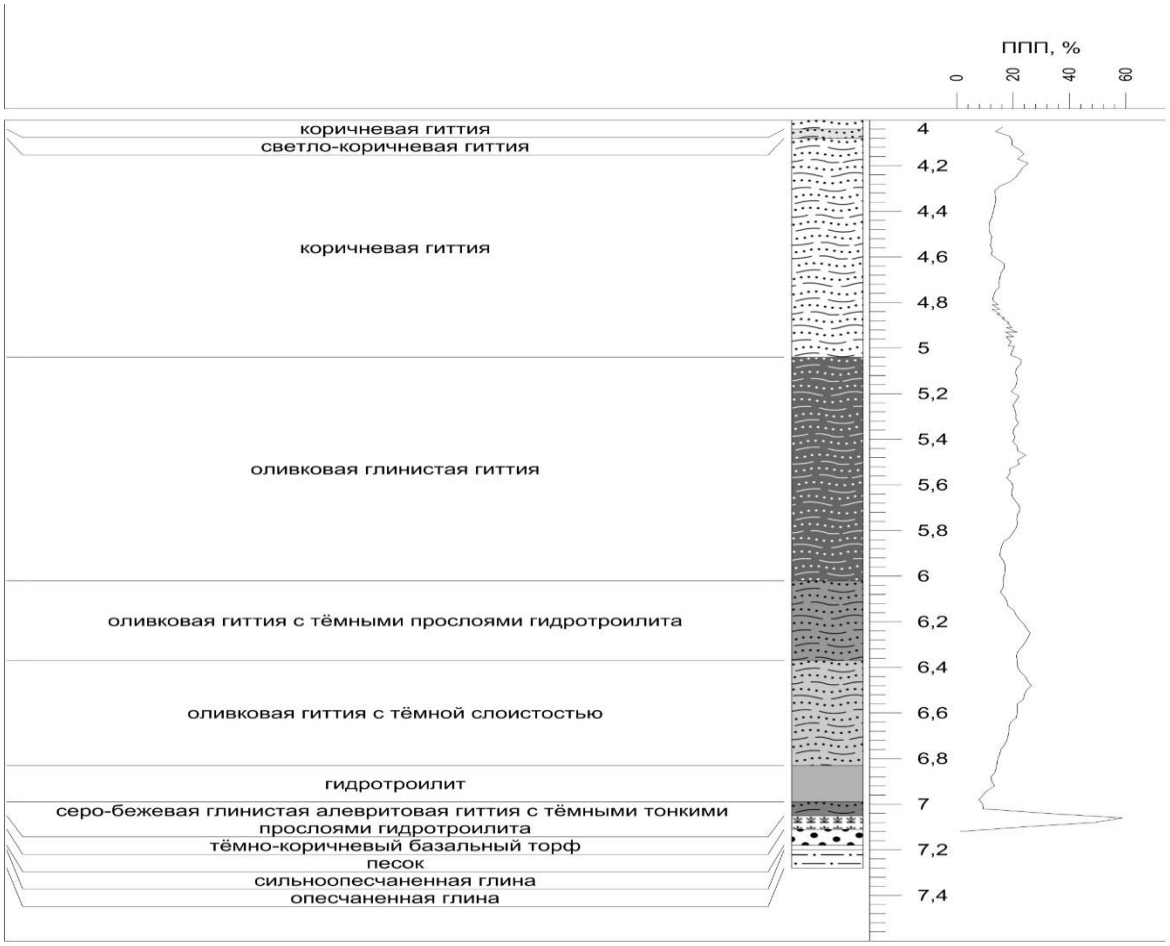


Рис. 2. Осадочная последовательность донных отложений Малого Мураканского озера, потери массы образцов при прокаливании (500ºС). Глубины от поверхности воды

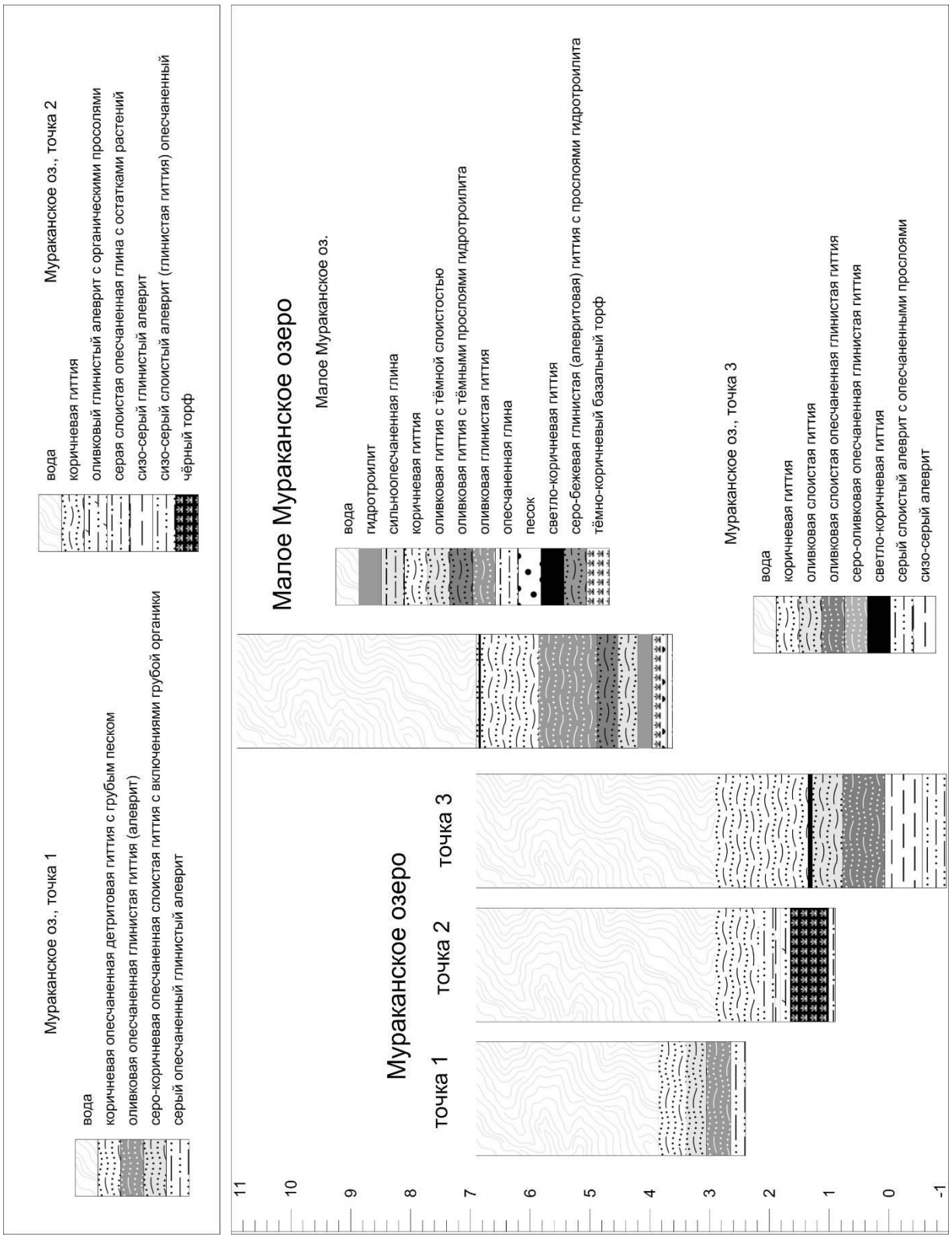


Рис. 3 Литология донных отложений озёр Мураканское и Малое Мураканское. Высоты – в метрах над уровнем моря.

На глубинах от 4 до 7 м прослеживаются колебания содержания органики в породах. Ход построенной кривой в целом совпадает с изменением литологического состава (рис. 2). Таким образом, по результатам ППП можно сделать предварительные выводы об изменении биопродуктивности водоема.

Выводы

Результаты определения потери массы при прокаливании образцов донных отложений Малого Мураканского озера подтверждают первичное литологическое описание.

По-видимому, изучаемые водоёмы первоначально были изолированы в результате гляциоизостатического поднятия. Обнаруженный в разрезах торф указывает на мелководные условия или заболачивание. Позднее связь с морским бассейном восстанавливалась, а на заключительном этапе водоемы окончательно потеряли связь с морем. Результаты выполняемых аналитических исследований позволят уточнить генезис вскрытых отложений и причины отделения Мураканского и Малого Мураканского озер от Белого моря, а также восстановить хронологию изменения его уровня.

Благодарности

Исследования выполнены при поддержке проекта РФФИ № 19-05-00966.

Литература

[1] *Колька В.В., Корсакова О.П.* Положение береговой линии Белого моря и неотектонические движения на северо-востоке Фенноскандии в позднеледниковье и голоцене. / Система Белого моря. Т. IV. Процессы осадкообразования, геология и история. М.: Научный мир, 2017. С. 222-249.

[2] *Лаврова М.А.* Основные этапы четвертичной истории Кольского полуострова. / Известия Всесоюзного Географического общества. 1947. Том 79. Вып. 1. С. 21-38.

[3] *Репкина Т.Ю., Зарецкая Н.Е., Субетто Д.А., Потахин М.С., Кунгаа М.Ч., Новикова А.В., Леонтьев П.А.* Морфодинамика берегов северо-запада Онежского полуострова Белого моря в голоцене. Губа Конюхова. / Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2018. № 1. С. 3-22.

[4] *Субетто Д.А., Шевченко В.П., Лудикова А.В., Кузнецов Д.Д., Сапелко Т.В., академик Лисицын А.П., Евзеров В.Я., П. ван Беек (P. van Beek), М.Суо (M. Souhaut), Субетто Г.Д.* Хронология изоляции озер Соловецкого архипелага и скорости современного озерного осадконакопления. / Доклады Академии Наук, Серия «Геология», 2012, том 446, № 2, С. 183-190.

[5] *Субетто Д.А., Сырых Л.С., Кузнецов Д.Д., Андроников А.В., Греков И.М., Андроникова И.Е., Леонтьев П.А.* Современные палеолимнологические исследования озёр Севера России. / Отв. ред. академик РАН А.П. Лисицын. Система Белого моря. Том IV. Процессы осадкообразования, геологии и истории. - Москва: Научный мир. 2017. – С. 249-275.

S u m m a r y. In the summer of 2018, field work on the Murakanskoye and Maloe Murakanskoye lakes, including bathymetric surveys, selection of bottom sediments and their lithostratigraphic description, were made on the west coast of Unskaya bay.

As a result of processing the obtained materials, stratigraphic columns were constructed, LOI of sediment samples of the Maloye Murakanskoye lake was determined. Preliminary conclusions on the White Sea level changings were formulated.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФОСФОРА В ВОДЕ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МНОГОЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА

Т.Н. Петрова
ИНОЗ РАН, г. Санкт-Петербург, tatianik@mail.ru

DISTRIBUTION OF PHOSPHORUS IN LAKE LADOGA WATER ACCORDING TO THE RESULTS OF LONG-TERM MONITORING

T.N. Petrova
Institute of Limnology RAS, St. Petrsburg

Аннотация. В работе рассматривается режим общего и неорганического фосфора по результатам, полученным за период 2013-2018 гг., показаны изменения, произошедшие за последние годы по сравнению с данными мониторинга предыдущих лет, начиная с конца 70-х годов прошлого века.
Ключевые слова: Ладожское озеро, общий и неорганический фосфор, многолетний мониторинг

Введение

Фосфор – важнейший биогенный элемент, формирующий уровень первичной продукции в водоеме и, часто, лимитирующий фактор для развития водных организмов, поэтому оценка его количественного содержания в воде и характера распределения имеет большое значение при определении биологической продуктивности водоема. Избыточное поступление фосфора в водоем ведет к эвтрофированию и связанному с этим ухудшению его экологического состояния и качества воды.

Регион исследований, объекты и методы

Ладожское озеро – крупнейший водоем Европы является безальтернативным источником водоснабжения г. Санкт-Петербурга, наблюдение за его экологическим состоянием и качеством воды остается важнейшей задачей. Регулярные гидрохимические наблюдения на Ладожском озере, в том числе и за режимом общего и неорганического фосфора, проводились Институтом озероведения РАН в 1956-1962 гг. и с 1976 г. по настоящее время [2-4]. В работе рассматривается режим общего (TP) и неорганического (IP) фосфора за период 2013-2018 гг., проводится сравнение с данными мониторинга предыдущих лет, полученными за период с конца 70-х годов прошлого века. Наблюдения на озере проводились в навигационный период по стандартной сетке станций, охватывающей всю акваторию, в сроки, приуроченные к гидрологическим сезонам. Весна – с конца мая до середины июня, когда озеро находится в условиях устойчивого разделения термобаром на теплоактивную и теплоинертную области примерно по глубине 50 метров. Лето – конец июля – начало сентября, период устойчивой стратификации и четкого разделения озера на эпилимнион и гиполимнион. Осень – октябрь, когда начинается период осенней гомотермии. Пробы воды, в зависимости глубины станции, отбирались на стандартных горизонтах с глубинами 0,3, 10, 25, 50, 100, 150 м и в придонным горизонте.

Концентрации форм фосфора определялись в соответствии с методиками, разработанными Союзом стандартизации Финляндии (SFS): минеральный фосфор – спектрофотометрическим модифицированным молибдатным методом

Мерфи и Райли с использованием аскорбиновой кислоты в качестве окислителя (SFS 3025); общий фосфор – окислением органических соединений фосфора персульфатом калия в присутствии серной кислоты с последующим определением фосфатов (SFS 3026).

Особенности режима фосфора рассматриваются по лимническим зонам озера, которые были выделены на основе морфометрического районирования и имеют характерные особенности по целому комплексу характеристик, в том числе гидрохимических [1]. Каждая из зон играет особую роль в функционировании экосистемы в целом. Средние за период открытой воды концентрации рассчитывались как средневзвешенные с учетом объемов этих зон. Глубоководные, профундальная (глубина 52-89 м) и ультрапрофундальная (глубина больше 89 м), зоны представляют собой основную водную массу озера, самую консервативную область. Их объем составляет около 80% объема озера, поэтому, величины концентрации гидрохимических показателей в этих зонах определяют характеристики и трофический статус всего озера. Существенные изменения в этой водной массе могут привести к необратимой деградации экосистемы озера. В прибрежной зоне (глубины до 15 м) химический состав воды напрямую зависит от поступления веществ с водосбора, она максимально подвержена антропогенному влиянию. Водная масса зоны, в отличие от основной водной массы, имеет более высокие значения и широкий диапазон гидрохимических показателей. В южной части зоны наибольшую антропогенную нагрузку испытывает Волховская губа, куда впадает река Волхов, являющаяся, в силу природных и антропогенных факторов, основным поставщиком в озеро многих химических веществ, в том числе фосфора. Деклинальная зона (глубины 15-52 м) является переходной от мелководной прибрежной к глубоководной части озера, и величины концентрации химических элементов в ней часто изменяются в зависимости от гидродинамических условий.

Обсуждение результатов

Максимальные концентрации TP в воде озера наблюдались в 70-х гг. прошлого века, что привело к антропогенному эвтрофированию водоема и перестройке озерной экосистемы [3]. В дальнейшем, в результате снижения поступления фосфора, его концентрация в воде водоема уменьшилась, в озере наблюдается статистически значимый тренд снижения средних за период открытой воды концентраций (рис. 1) [2, 4]. За период 2009-2018 гг. средняя концентрация была достаточно стабильной и колебалась в пределах 11-13 мкг Р $л^{-1}$. Исключение составил 2017 г., когда в результате высоких летних значений среднее содержание увеличилось до 14 мкг Р $л^{-1}$.

Основные особенности распределения TP, характерные для среднего многолетнего распределения в воде Ладожского озера, в целом прослеживаются и в 2013-2018 гг. (рис. 2, 3).Средняя за период открытой воды концентрация TP всегда наиболее высока в воде прибрежной зоны, за период 2006-2018 гг. самой высокой она была в 2017 г. Максимальные концентрации свойственны Волховской губе, куда поступают обогащенные фосфором воды рек Волхов и Сясь и Свирской губе. За период 2013-2018 гг. вблизи устья р.

Волхов содержание общего фосфора в основном изменялось от 20 до 72 мкг Р $л^{-1}$, иногда оно могло быть и ниже 20 мкг Р $л^{-1}$. Однако летом и осенью 2017 г. отмечена повышенная концентрация – 89-103 мкг Р $л^{-1}$. Средняя концентрация фосфора в воде глубоководных зон, как отмечено выше, определяет среднее содержание его в воде озера в целом. В последние годы, с 2006 г., средние за период открытой воды концентрации TP в воде этих зон отличались стабильностью и находились в пределах 11-14 мкг Р $л^{-1}$[2], в 2013-2018 гг. они изменялись в тех же пределах (10-14 мкг Р $л^{-1}$). Средняя концентрация TP в воде деклинальной зоны обычно равна или ненамного превышает таковую в воде глубоководных зон.

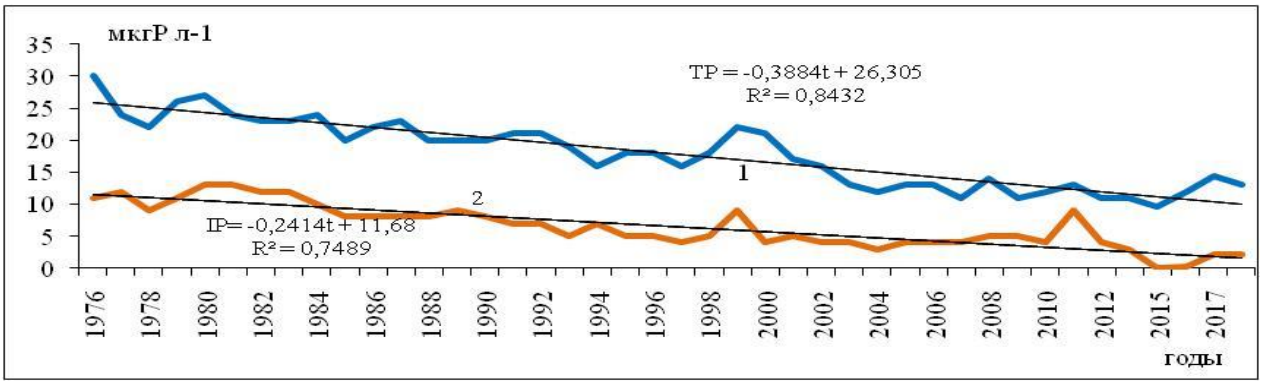


Рис. 1. Тенденции изменения средних за период открытой воды концентраций общего (TP) и неорганического (IP) фосфора в воде Ладожского озера. 1 – концентрация общего фосфора; 2 – концентрация неорганического фосфора; t –год.

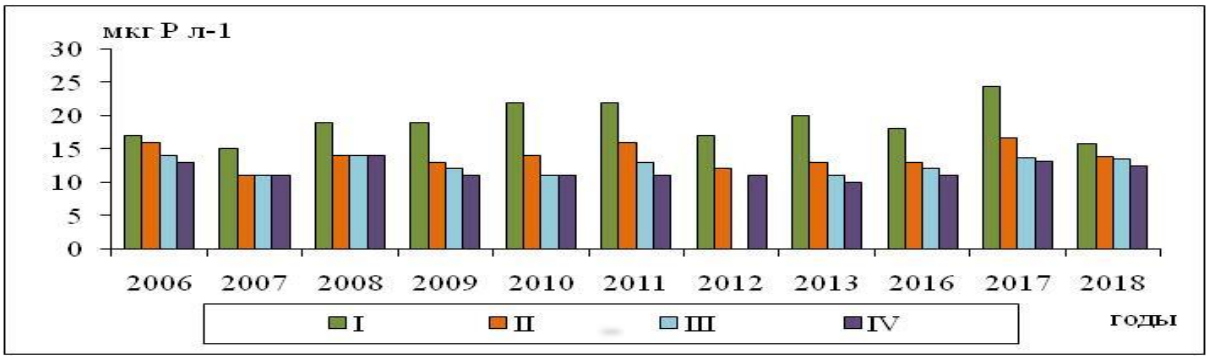


Рис. 2. Межгодовое изменение средних за период открытой воды концентраций общего фосфора в разных зонах озера. Лимнические зоны озера: I – Прибрежная, II – Деклинальная, III – Профундальна, IV – Ультрапрофундальная

Сезонные изменения концентрации TP обычно незначительны. Характер пространственного распределения TP в разные сезоны на примере данных 2016-2017 гг. представлен на рисунке 3. Распределение построено с использованием средневзвешенных по глубине концентраций для каждой станции. Величина концентрации фосфора в Волховской губе часто определяется гидросиноптической обстановкой в озере. При ветрах южных направлений содержание фосфора в первую очередь зависит от влияния Волхова. При ветрах северного направления Волховская губа заполняется водами глубоководной части озера, и концентрации фосфора мало отличаются от среднеозерных, что можно было

наблюдать в сентябре 2016 г. Увеличение содержания TP в воде в юго-восточной части прибрежной и деклинальной зоны в конце июля 2017 г. связано с влиянием р. Волхов, где, как было сказано выше, в это время концентрация TP была очень высока.

Для неорганического фосфора, также как и для TP, наблюдается отчетливый тренд снижения средних за период открытой воды концентраций в воде озера (рис. 1). В 1976-1989 гг. средняя концентрация IP составляла 11 мкг P $л^{-1}$, к 1998 г. происходит ее плавное снижение до 5 мкг P $л^{-1}$ [4], с 2000 г. по 2012 г. средние концентрации не превышают 5 мкг P $л^{-1}$ [2]. В 2013 г. произошло снижение до 3 мкг P $л^{-1}$, а в 2016 г. средняя концентрация резко упала до 0,3 мкг P $л^{-1}$, т.к. содержание IP часто, а в начале сентября во всех случаях, оказывалось ниже предела обнаружения. В 2017-2018 гг. летнее потребление IP было ниже, чем летом 2016 г., в результате средняя концентрация выросла до 2 мкг P $л^{-1}$.

Содержание IP подвержено значительным сезонным и пространственным колебаниям. Летом, в период существования термической стратификации, его потребление в процессе фотосинтеза приводит к вертикальной неоднородности распределения. В эпилимнионе часто происходит уменьшение концентрации IP до аналитического нуля при сохранении более высоких значений в гиполимнионе. При этом в последние годы минимальные значения оказываются не в поверхностном слое воды, как фиксировалось обычно ранее, а на горизонте 10 м, а иногда и 25 м. В 2010 г. впервые заметно проявился процесс практически полного потребления IP не только в воде прибрежной зоны и в эпилимнионе, что наблюдалось ранее, но и в гиполимнионе глубоководных зон озера. В 2017 и 2018 гг. он был выражен слабее, чем в 2016 г., когда необычайно низкие концентрации IP наблюдались в озере во все сезоны. В начале сентября 2016 г. впервые количество IP оказалось ниже предела обнаружения во всех отобранных пробах воды, как по вертикали, так и по акватории. В 2017-2018 гг., содержание его во все сезоны выросло, величина летних значений приблизилась к значениям, наблюдавшимся в 2010 и 2013 годах, хотя весенние и осенние концентрации оказались все же значительно ниже предыдущих лет. Можно предположить, что недостаток IP в настоящее время может лимитировать развитие биоты.

Выводы

Данные многолетних наблюдений за содержанием TP и IP в озере демонстрируют отчетливый тренд снижения среднегодовой концентрации.

Основные особенности распределения TP, характерные для среднего многолетнего распределения, в целом прослеживаются и в 2013-2018 гг.

Впервые заметно проявившийся в 2010 г., процесс практически полного потребления IP не только в воде прибрежной зоны и в эпилимнионе, но и в гиполимнионе глубоководных зон озера, продолжается и в настоящее время, что в некоторой степени может лимитировать развитие биоты.

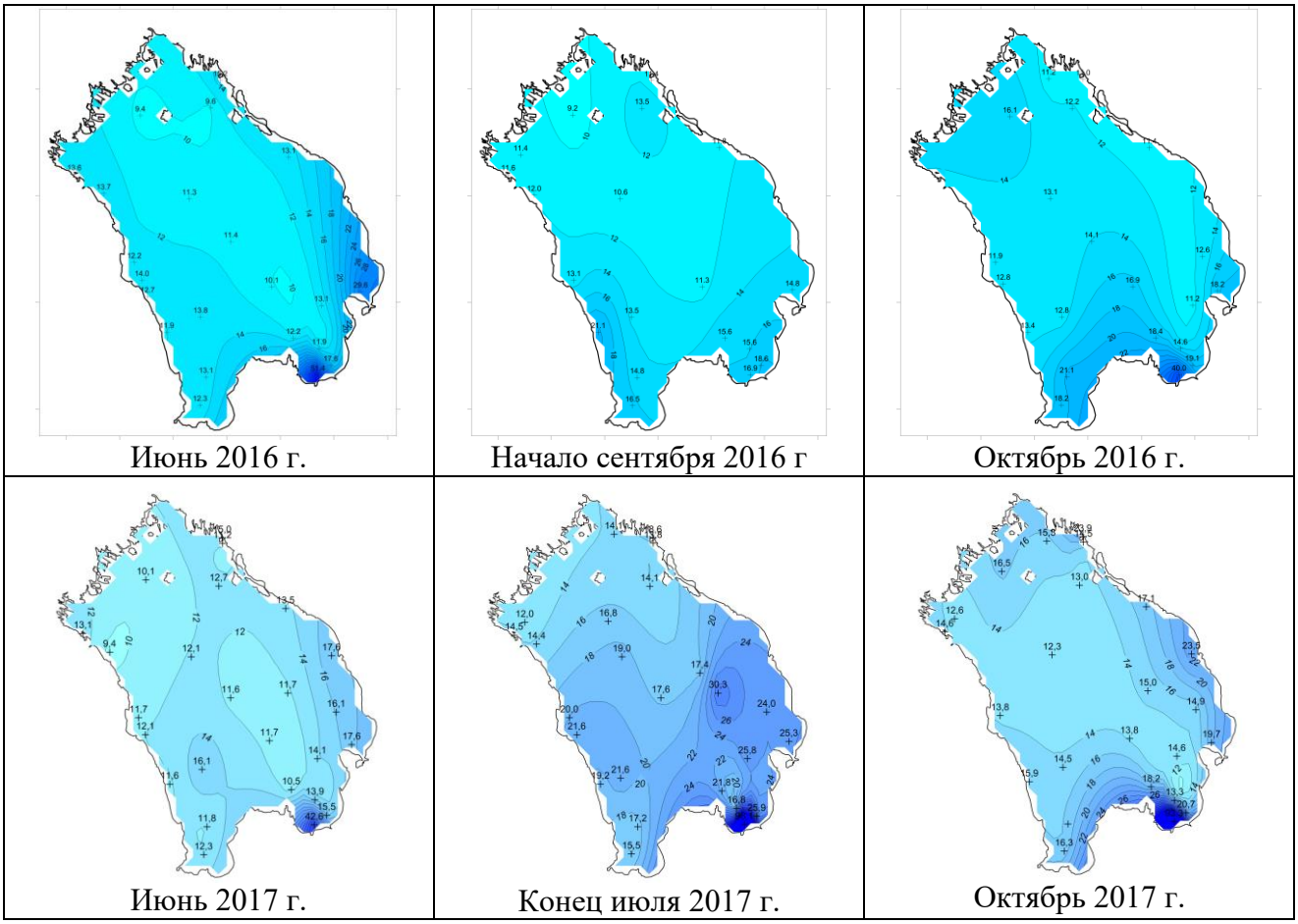


Рис. 3. Пространственное распределение средневзвешенных по глубине концентраций общего фосфора (мкг Р $л^{-1}$) в разные сезоны 2016-2017 гг.

Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания ИНОЗ РАН по теме № 0154-2019-0001.

Литература

[1] *Гусаков Б.Л., Тержевик А.Ю.* Лимническое районирование и особенностиозерных процессов в лимнических зонах. / Ладожское озеро – критерии состояния экосистемы / под ред. Петровой Н.А., Тержевика А.Ю. СПб.: Наука, 1992. С. 21-26.

[2] *Петрова Т.Н., Игнатьева Н.В.* Органическое вещество. / Ладога. / под ред. Румянцева В.А., Кондратьева С.А. СПб.: Нестор-История, 2013. С. 202-211.

[3] *Расплетина Г.Ф.* Режим биогенных элементов. /Антропогенное эвтрофирование Ладожского озера / под ред. Петровой Н.А. Л.: Наука, 1982. С. 79-100.

[4] *Расплетина Г.Ф., Сусарева О.М.* Биогенные элементы. / Ладожское озеро – прошлое, настоящее, будущее / под ред. Румянцева В.А., Драбковой В.Г. СПб.: Наука, 2002. С.77-86.

S u m m a r y. The paper considers the regime of total and inorganic phosphorus based on the results obtained for the period 2013-2018, shows the changes that have occurred in recent years compared with the monitoring data of previous years, beginning in the late 70s of the last century.

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗООПЛАНКТОНА ПРУДОВ МИХАЙЛОВСКОГО САДА В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ УЛЬТРАЗВУКА

Н.В. Родионова
ФАНО РАН Институт озероведения РАН, г. Санкт-Петербург,
natalia.rodionova.1950@mail.ru

SEASONAL CHANGES OF ZOOPLANKTON IN PONDS OF MIKHAILOVSKI GARDEN IN CONDITINOS OF INFLUENCE OF ULTRASOUND

N.V. Rodionova
Institute of limnology RAS, St. Petersburg

Аннотация. В статье анализируется сезонная динамика двух взаимосвязанных прудов Михайловского парка, воды одного из которых подвержены действия слабого ультразвука. Выявлены небольшие различия в развитии зоопланктонного сообщества между прудами. Сделано предположение, что сбой сезонного развития основных систематических групп зоопланктона и преобладание в нем как в численности, так и в биомассе коловраток может быть связано с воздействием ультразвука.
Ключевые слова: ультразвук, зоопланктон, коловратки, численность, биомасса.

Введение

Зоопланктон является одним из наиболее существенных компонентов в трофической цепи и жизнедеятельности любого водоема в целом. Общепризнанна его роль в процессах самоочищения вод. Также зоопланктон используют в качестве индикатора при анализе качества вод. На развитие и формирование зоопланктона оказывают влияние многие абиотические и биотические факторы. Среди большого количества биотических факторов основным является уровень развития фитопланктона, главного компонента в питании зоопланктона, а среди абиотических – температура воды. В связи с возросшей антропогенной и техногенной нагрузкой, повышается уровень абиотических излучений, которые могут способствовать фенотипическим изменениям, вплоть до развития мутаций [1]. Наиболее полно изучено влияние ультразвука на микроорганизмы. Что касается водных объектов, их исследования недостаточны, несмотря на то, что гидробионты постоянно находятся в воде, а патологические процессы под действием электромагнитного облучения могут происходить в результате изменения характеристик состояния воды [2]. Если исследования по влиянию на зоопланктон естественного электромагнитного поля проводились в конце 20 столетия, то влияние на зоопланктон ультразвука в природных условиях до сих пор никем не изучено.

Результаты и обсуждение

Зоопланктон изучали в двух взаимосвязанных прудах Михайловского парка – Малом и Большом с мая по сентябрь 2014 г. В Малом пруду зоопланктон подвергался действию ультразвука (2-3 Вт/см^2, а частотах прядка 105-106 Кг), Большой служил эталоном. Пробы зоопланктона отбирали путем процеживания 50 л воды через сеть Апштейна (размер ячеи 120 мкм), фиксировали 40 % формалином, доводя концентрацию формалина в пробе до 4-6%, затем в лаборатории пробы обрабатывали по общепринятой методике [3].

Проведен анализ видового состава, численности, биомассы, структуры популяции, рассчитан индекс сходства Сересена-Чекановского.

За период наших исследований в зоопланктоне Малого и Большого прудов было обнаружено 43 таксона рангом ниже рода. В каждом пруду число видов было одинаковым – 39, а состав основных систематических групп отличался незначительно. В Малом пруду найдено: Rotifera – 18, Cladocera – 11, Calanoida – 2, Cylopopida – 8; в Большом пруду: Rotifera – 20, Cladocera – 11, Calanoida – 2, Cylopopida – 6. Степень сходства видового состава была очень высокой (I=0.89), что закономерно связано взаимопроникновением вод одного пруда в другой через довольно широкую протоку. Тем не менее это сходство не было равно 1, и кроме того наблюдались отличия в комплексе доминант зоопланктона. Наряду с общими доминантами для обоих прудов - *Keratella quadrata* (O.F.Müller), *Brachionus angularis* Gosse, *Brachionus calyciflorus* Pallas, Synchaeta sp. *Bosmina longirostris* Baird, *Eurythemora lacustris* (Poppe), *Thermocyclops oithonoides* (Sars), в Малом пруду массовыми были *Asplanchna priodonta* Gosse, *Filinia longiseta* (Ehrenberg), науплии и копеподиты циклопов, а в Большом: *Brahionus budapestinensis* Daday и *Polyarthra dolichoptera* Idelson. Отсутствие среди доминант ветвистоусых рачков, доминирование брахионид, большинство из которых является β-мезосапробами указывает на загрязнение прудов.

Как правило, сезонная динамика зоопланктона определяется изменениями численности и биомассы его руководящих видов [4, 5, 6]. Сезонная динамика численности и биомассы зоопланктона в прудах представлена на рисунке 1. В мае в обоих прудах численность и биомассу зоопланктона формировали коловратки, и их величины были одинаковыми – 427,9 тыс. экз./м^3 и 1,0 г/м^3 в Малом пруду, и 434,7 тыс. экз./м^3 и 1,0 г/м^3 в Большом пруду. Основной вклад (до 80% в численности и до 65% в биомассе) вносила мелкая коловратка *K. quadrata*. До третьей декады июня наблюдается резкий спад в развитии зоопланктона в обоих прудах. Численность и биомасса зоопланктона в это время уменьшаются до 24 тыс. экз./м^3 и до 0,07 г/м^3. В Большом пруду коловратки по-прежнему составляют половину численности зоопланктона и не менее 25% его биомассы. В Малом пруду лидирующее положение занимают сначала веслоногие (45% и 63%), а затем в равных долях ветвистоусые и веслоногие рачки. При этом в обоих прудах распределение численности и биомассы внутри сообщества равномерное. С третьей декады июня и до первой декады июля в обоих прудах наблюдается увеличение плотности зоопланктона за счет массового развития коловраток. Доминируют в конце июня мелкие коловратки *K. quadrata, B. angularis, B.calyciflorus* и *A. priodonta*. Численность крупной *A. priodonta* достигала 9 тыс. экз./м^3, что и определило первый пик биомассы зоопланктона в обоих прудах – 2,2 г/м^3 (рис. 1). С середины июля и до третьей декады августа снова наблюдается сокращение численности и биомассы зоопланктона, которое в июле обычно связано с перестройкой сообщества, когда на смену коловраткам приходят ветвистоусые рачки. Однако в прудах Михайловского парка отмечается незначительное развитие мелких кладоцер и значительное развитие веслоногих – калянид и циклопов,

которые и заняли лидирующее положение вплоть до третьей декады августа, когда массового развития вновь достигли коловратки. Колебания численности и биомассы зоопланктона в этот период составляли: в Малом пруду от 67 до 124 тыс. экз./м^3 и от 0,15 до 1,1 г/м^3; в Большом пруду – от 18 до 166 тыс. экз./м^3 и от 0,06 до 1,0 г/м^3 (рис. 1).

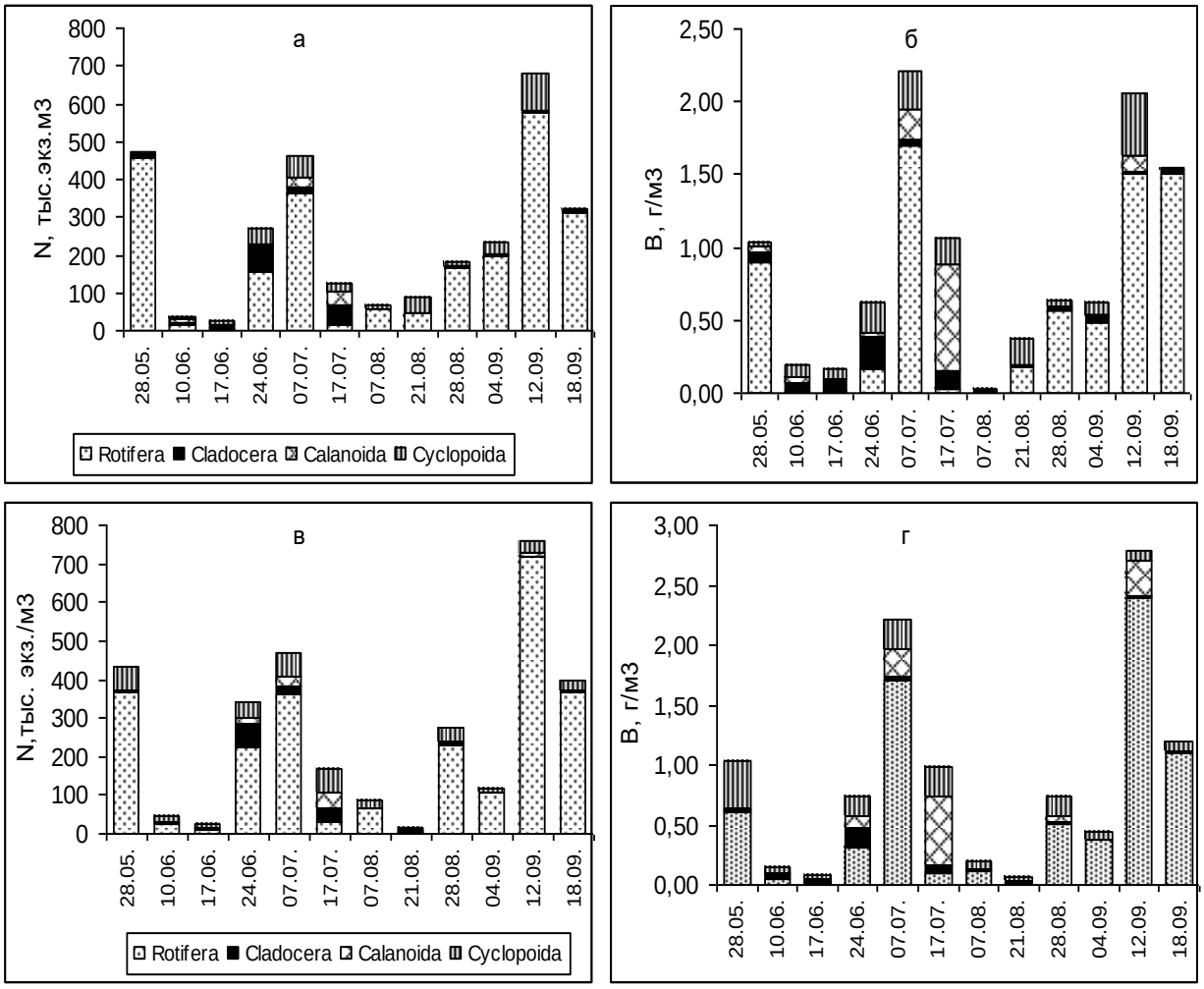


Рис. 1. Численность, биомасса и соотношение основных групп зоопланктона в Малом (а, б) и Большом (в, г) прудах Михайловского парка.

В конце августа и до середины сентября в зоопланктоне обоих прудов преобладали коловратки, составляя до 97% общей биомассы и до 92% общей биомассы. В численности, как правило, доминировал *B. calyciflorus,* в биомассе *B. calyciflorus* и *A. priodonta.* Диапазон численности и биомассы составлял: в Малом пруду 181-679 тыс. экз./м^3 и 0,63-2,1 г/м^3; в Большом пруду 119-757 тыс. экз./м^3 и 0,43-2,7 г/м^3 (рисунок 1). В середине сентября отмечены максимальные численность и биомасса зоопланктона – 679 и 757 тыс. экз./м^3, и 2,1 и 2,7 г/м^3 (соответственно в Малом и большом прудах). Средние за вегетационный сезон численности и биомассы зоопланктона в обоих прудах были практически одинаковыми и составили 248 и 261 тыс. экз./м^3 и 0,90 г/м^3 и соответствовали мезотрофному водоему.

Заключение

Таким образом, развитие зоопланктона в обоих прудах происходило синхронно. В обоих прудах массового развития достигали коловратки семейства Brachionidae, что является показателем загрязнения водоемов. Преобладание в течение всего вегетационного сезона коловраток над ветвистоусыми и веслоногими рачками характерны, прежде всего, для водоемов подверженных эвтрофировнию. Преобладание коловраток не только в численности, но и в биомассе может являться также действием токсинов или иных воздействий, так как они имеют более высокую толерантность как к токсичным веществам, так и ко многим другим факторам среды. Нарушение цикличности в развитии основных систематических групп в течение вегетационного сезона, как и сдвиг максимальных численностей и биомасс зоопланктона на осенний период, также может указывать о влиянии каких-то факторов среды, в нашем случае ультразвука. Известно, что длительное воздействие низкочастотных колебаний может сначала убивать организмы, а затем стимулировать их развитие [1].

Литература

[1] *Антушева Т.И.* Некоторые особенности влияния ультразвука на микроорганизмы. / «Живые и биокосные системы». – 2013. № 4; URL: http://www.jbks.ru/archive/issue-4/article-11

[2] *Александров В.В*. Экологическая роль электромагнетизма. СПб. 2010,737 с.

[3] Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. 1984. Л. 25 с.

[4] Простейшие методы статистической обработки результатов экологических исследований (сост. А.С. Боголюбов). М.: Экосистема, 1998. – 13 с.

[5] *Пидгайко М.Л.* Зоопланктон водоемов Европейской части СССР. М.: Наука, 1984. 208 с.

[6] *Столбунова В.Н.* Зоопланктон озера Плещеева. М.: Наука. 2006. 152 с.

S a m m a r y. Zooplankton development went simultaneously in both ponds of the Mikhailovsky Park. Rotifers of the Brachionidae family dominated, that is an indicator of water pollution, and the prevalence of Rotifera over Cladocera and Copepoda is typical for waterbodies susceptible to eutrophication. Disturbance of cyclicality in the development of the main systematic groups during the growing season, as well as a shift in the maximum abundance and biomass of zooplankton in the autumn, may indicate the effect of ultrasound on the zooplankton community

СОДЕРЖАНИЕ МЕТАЛЛОВ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ ЮЖНОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ КАК СЛЕДСТВИЕ ЛАНДШАФТНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

В.А. Снытко* ***, М.Ю. Семенов**, Ю.М. Семенов***

**Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН, г. Москва, vsnytko@yandex.ru*

***Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, smu@mail.ru*

****Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, yumsemenov@mail.ru*

METAL'S CONTENT IN THE SURFACE WATER OF THE SOUTHERN BAIKAL REGION AS A RESULT LANDSCAPE AND GEOLOGICAL CONDITIONS

V.A. Snytko*, M.Yu. Semenov**, Yu.M. Semenov***

**S.I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology of RAS, Moscow*

***Limnological institute of SB RAS, Irkutsk*

****V.B. Sochava Institute of geography of SB RAS, Irkutsk*

Аннотация. Изучен состав металлов вод и донных отложений южных притоков озера Байкал, рассчитаны коэффициенты их водной миграции. Составлена схема районирования территории по способности обеспечивать тот или иной состав вод. Обнаружена значительная дифференциация вод Байкала и его главных притоков по минерализации, преобладающим макроэлементам и микроэлементам.

Ключевые слова: Байкал, воды, донные отложения, минерализация, макроэлементы, микроэлементы.

Введение

Химический состав вод южных притоков оз. Байкал изучается давно, однако известно о нем немного. Зависимость состава вод южных притоков от факторов среды изучена еще меньше. Отсутствие интереса к поиску природных источников вещества объясняется малой информативностью макрокомпонентного состава поверхностных вод бассейна Байкала, которые относятся к ультрапресным гидрокарбонатно-кальциевым.

Для выявления природных и антропогенных источников растворенного вещества нужен единый набор компонентов, которым может служить наименее изученная и наиболее вариабельная фракция вещества вод и пород – металлы.

В настоящем исследовании впервые получены и систематизированы данные о составе металлов вод Южного Прибайкалья, идентифицированы его источники, а территория дифференцирована по составу вод.

Объекты и методы

Материалами послужили полученные авторами данные по составу вод и донных осадков 75 водотоков – от реки Малая Кочерикова (юго-западное побережье Байкала) до реки Мишиха (юго-восточное побережье). Сравнение свойств вод проводилось после усреднения их составов для районов водосборного бассейна Байкала, выделенных на основе ландшафтно-геохимических критериев.

Исследовались содержания макрокомпонентов вод – кальция (Ca), магния (Mg), калия (K), натрия (Na) – и микрокомпонентов – стронция (Sr), цинка (Zn),

меди (Cu), олова (Sn), молибдена (Mo), ванадия (V), титана (Ti), никеля (Ni), железа (Fe), марганца (Mn). Кроме того, были использованы литературные данные о составе вод Байкала и его главных притоков [8].

Методами определения металлов служили атомно-абсорбционная и атомно-эмиссионная спектрофотометрия, а также масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой. В донных осадках металлы определялись методом рентген-флуоресцентного анализа.

Результаты

Установлено, что исследованные воды значительно различаются по минерализации, в связи с чем было проведено их разделение на 3 категории с минерализацией, значительно превышающей среднюю (>>140 мг/л), близкой к средней (80-140 мг/л) и значительно меньше средней (50-80 мг/л).

Наибольшая минерализация характерна для вод Бугульдейского и Крестовского районов, наименьшая – Байкальского, Слюдянского и Еланцинского, промежуточная – Листвянского, Голоустненского и Онгуренского. Различия обусловлены широким распространением легкорастворимых метаморфических пород на юго-западном побережье [2, 3].

Различия в интенсивности миграции макроэлементов между водами разных местоположений незначительны, что обусловливается высокими кларками и высокой биогенностью Ca, Mg, K и Na, обеспечивающих их присутствие в сходных количествах в водах, органическом веществе почв и породах. Благодаря своей высокой биогенности среди макроэлементов во всех водах абсолютно преобладает Ca (>60% от суммы Ca, Mg, K и Na). В остальном макроэлементный состав вод весьма неодинаков, и среди них можно выделить магниевые (Mg >75% от суммы Mg, K и Na), натриево-магниевые (Mg 65-55%, Na 40-30%) и магниево-натриевые (Na 50-40%, Mg 50-30%). К первым относятся воды Голоустненского, Бугульдейского и Онгуренского районов, ко вторым – Листвянского, Крестовского и Еланцинского, к третьим – Байкальского и Слюдянского. Возможно, различия в макроэлементном составе вод обусловлены различиями в минералогическом составе легкорастворимых пород. Богатые магнием магматические породы приурочены к Голоустненскому, а осадочные – к Бугульдейскому и Крестовскому районам [3].

Показатели миграции микроэлементов в водах различных районов значительно более контрастны. Так, например, отчетливо наблюдается обеднение (по сравнению с породами) вод Бугульдейского и Крестовского районов Mo, V, Ti, Ni, Fe, Al, Mn. Низкие величины коэффициентов их миграции, возможно, обусловлены разбавлением почвенно-грунтовых вод водами регионального подземного стока [4]. Низкие и средние величины коэффициентов миграции Mo, V, Al, характерные для Байкальского, Листвянского и Онгуренского районов, связаны с отсутствием легко выветриваемых минералов в составе почв и отложений межгорных впадин. Отсутствие таких минералов в Байкальском районе объясняется высокими скоростями выветривания [5].

Высокие величины коэффициентов миграции Zn, Cu, Ti, Ni, Fe, Al, Mn, характерные для водотоков Слюдянского района, в его северной части связаны

с повышенной растворимостью амфибол-биотитовых гнейсов и амфиболитов Шумихинской свиты по сравнению с окружающими гранитоидами Шарыжалгайской серии [6]. В южной части вода обогащается металлами за счет легкорастворимого вещества Перевальной свиты Слюдянской серии, представленного мраморами, апатитом, кальцифиром и т. д., в то время как в донных осадках присутствует и менее растворимое вещество Култукской свиты, представленное гнейсами и кристаллическими сланцами [7].

Сравнение результатов нормирования содержаний микроэлементов по содержанию наиболее контрастных по степени подвижности Al и Sr показало, что источниками вещества вод Байкальского, Слюдянского и части Онгуренского районов являются труднорастворимые кислые силикатные породы, вод Листвянского, Голоустненского и части Еланцинского районов – кислые и среднерастворимые щелочные силикатные, а Бугульдейского и Крестовского районов – щелочные силикатные и легкорастворимые карбонатные породы или воды регионального стока, содержащие продукты их выветривания.

Причиной различий вод Байкала и притоков по уровню концентраций микроэлементов, по-видимому, является их миграция (за исключением Sr) в составе органического вещества. Вследствие большого времени водообмена в Байкале эти соединения оседают на дно со взвесями или разрушаются, а металлы выпадают в осадок в виде гидроксидов и комплексных неорганических соединений [1]. Таким образом, микроэлементный состав воды Байкала в большей степени зависит от скорости деструкционных процессов в озере и устойчивости к разложению органического вещества вод притоков, чем от концентраций микроэлементов в них.

Выводы

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о значительной вариабельности состава вод южных притоков: в одних реках минерализация в 3 раза ниже минерализации вод Байкала и его главных притоков, в других – в 2 раза выше. Большие различия наблюдаются и в микроэлементном составе вод: минимальные и максимальные содержания олова и ванадия отличаются в 30 раз. Отличием южных притоков от главных также является незначительная степень их участия в формировании микроэлементного состава воды Байкала в целом, при том, что по макроэлементам их вклад в Байкал сопоставим со вкладом Верхней Ангары. Химические свойства вод южных притоков обусловлены уникальностью литохимических и гидрологических условий ландшафтов южного побережья. Особое место в нем занимает Приольхонье, где на состав вод, формирующийся в условиях нетипичных для побережья горных пород, оказывает влияние региональный сток.

Разнообразные и зачастую уникальные условия формирования химического состава вод диктуют использование нестандартных методов установления его происхождения. Показано, что концентрации металлов, нормированные по концентрациям наиболее контрастных в плане подвижности элементов, говорят о связи состава вод с условиями его формирования гораздо больше, чем коэффициенты водной миграции.

Благодпрности

Исследование осуществлено в рамках базовых проектов №№ 0345-2019-0008 (АААА-А16-116122110065-4), 0347-2019-0003 (АААА-А17-117041910172-4) при поддержке Правительства Иркутской области и Российского фонда фундаментальных исследований (гранты 17-45-388054 – анализ и обработка данных – и 17-29-05068 – химический анализ и картирование).

Литература

[1] *Давыдова О.А., Коровина Е.В., Ваганова Е.С., Гусева И.Т., Красун Б.А., Исаева М.А., Марцева Т.Ю., Мулюкова В.В., Климов Е.С., Бузаева М.В.* Физико-химические аспекты миграционных процессов тяжелых металлов в природных водных системах. / Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Химия». 2016. Т. 8, № 2. С. 40-50.

[2] *Кузьмин М.А., Бычинский В.А, Кербер Е.В., Ощепкова А.В., Горегляд А.В., Иванов Е.В.* Химический состав осадков глубоководных Байкальских скважин как основа реконструкции изменений климата и окружающей среды. / Геология и геофизика. 2014. Т. 55, № 1. С. 3-22.

[3] *Мац В.Д., Уфимцев Г.Ф., Мандельбаум М.М., Алакшин А.М., Поспеев А.В., Шимараев М.Н., Хлыстов О.М.* Кайнозой Байкальской рифтовой впадины: строение и геологическая история. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2001. 252 с.

[4] *Писарский Б.И.* Закономерности формирования подземного стока бассейна оз. Байкал. Новосибирск: Наука, 1987. 158 с.

[5] *Семенов М.Ю., Сандимирова Г.П., Коровякова И.В., Троицкая Е.С., Храмцова Т.И., Донская Т.В.* Сравнительная оценка скоростей внутрипочвенного выветривания в ландшафтах северного макросклона хребта Хамар-Дабан. / Геология и геофизика. 2005. № 1. С. 50-59.

[6] *Туркина О.М., Урманцева Л.Н., Бережная Н.Г., Скублов С.Г.* Формирование и мезоархейский метаморфизм гиперстеновых гнейсов в иркутном гранулито-гнейсовом блоке (Шарыжалгайский выступ Сибирского кратона). / Геология и геофизика. 2011. Т. 52, № 1. С. 122-137.

[7] *Школьник С.И., Резницкий Л.З., Бараш И.Г.* Возможность диагностики задуговых палеобассейнов по высокоградным ортометаморфитам (на примере основных кристаллосланцев Слюдянского кристаллического комплекса, Южное Прибайкалье). / Геохимия. 2011. № 12. С. 1253-1270.

[8] *Falkner K.K., Church M., Measures C. ., LeBaron G., Thouron D., Jeandel C., Stordal M.C., Gill G.A., Mortlock R., Froelich P., Chan L.-H.* / Limnology and oceanography. 1997. V. 42. P. 329-345.

S u m m a r y. The composition of metals of waters and ground deposits of the southern inflows of Lake Baikal is studied, coefficients of their water migration are calculated. The scheme of division into districts of the territory on ability to provide this or that composition of waters is made. The considerable differentiation of waters of Baikal and its main inflows on a mineralization, the prevailing macronutrients and trace elements is found.

ОСОБЕННОСТИ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА УГЛЕРОДА ГАЗОВЫХ КРИСТАЛЛОГИДРАТОВ ОЗЕРА БАЙКАЛ

В.А. Шахвердов, М.В. Шахвердова
ФГБУ «ВСЕГЕИ», Санкт-Петербург, vshakh@mail.ru

PECULIARITIES OF CARBON ISOTOPIC COMPOSITION OF GAS HYDRATES OF LAKE BAIKAL

V.A. Shakhverdov, M.V. Shakhverdova
FGBU «VSEGEI», St. Petersburg

Аннотация. Выделено два генетических типа проявлений газовых гидратов. Полученные данные о изотопном составе углерода позволяют предполагать, что в процессе образования газового гидрата и в дальнейшем его разрушения с образованием свободного газа, осуществляется фракционирование изотопов углерода, в результате чего метан приобретает облегченный, близкий к бактериальному, изотопный состав. Метан с тяжелым (эндогенным) изотопным составом углерода выявлен только за пределами площади распространения газовых гидратов.

Ключевые слова: Байкал, изотопы углерода, газовые кристаллогидраты.

Введение

Установлено, что газовые кристаллогидраты широко распространены в арктической континентальной области и в акваториях морей и океанов [2, 6]. Только всё возрастающий интерес в последнее время к газовым кристаллогидратам связан с возможностью их использования в качестве практически неограниченного нетрадиционного источника углеводородов, а кроме того, с экологической их ролью в случае климатических изменений. Механизм образования газовых гидратов описан в различных публикациях [1, 2]. Газовые гидраты также получены и в результате лабораторных экспериментов [3]. В ходе этих исследований были определены термобарические условия зоны стабильности газовых гидратов. Кроме того, был обнаружен эффект их самоконсервации при снижении давления [10].

Объекты и методы

Озеро Байкал является единственным в мире пресноводным водоемом, где в донных осадках обнаружены скопления газовых кристаллогидратов. Теоретические предположения о возможности их образования в условиях озера были высказаны еще в 1978 году и нашли в дальнейшем косвенное подтверждение в результате российско-американской геофизической экспедиции, когда на сейсмогеологических профилях была выделена нижняя граница распространения газовых кристаллогидратов (BSR – Bottom Simulating Reflectors) [4, 8]. Первые находки газовых кристаллогидратов связаны с работами в 1997 году по международному проекту «Байкал – бурение». Гидраты были обнаружены в керне донных отложений при бурении скважины в Южной котловине (скважина BDP-97) [5].

В ходе экспедиций 2016 - 2018 годов нами были изучены 14 проявлений газовых кристаллогидратов в Южной и Центральной котловинах озера Байкал. На исследования отобраны образцы разные по морфологическим особенностям: массивные выделения, прожилковые и вкрапленные формы. Для изотопных ис-

следований углерода была выделена газовая составляющая гидратов. На некоторых объектах для получения газа проводилась дегазация (ТВД) газонасыщенных донных осадков. Кроме того, были отобраны пробы свободного и водорастворенных газов, основные аналитические результаты по которым предоставлены Яковлевым Д.В.

Газохроматографический анализ выполнен в Химико-аналитической лаборатории ООО ПГК «СИБГЕОКОМ» г. Иркутск. Изотопные исследования углерода были проведены в Центре изотопных исследований ФГБУ «ВСЕГЕИ».

Обсуждение результатов

Газохроматографический анализ выделенной нами газовой составляющей гидратов показал, что основным в её составе является метан. Его доля в среднем составляет 90,7% объемных, и достигает 96% объемных. В относительно небольшом количестве выявлена примесь этана, которая в среднем составляет 0,26% объемных (таблица №1, гидратный газ – тип 1). В тоже время в пробах газа, взятых в районе нефтепроявления «Горевой Утес» и гидратопроявлений «Кедр» и «Мамай», концентрация этана существенна и достигает 4,5% объемных (табл. 1, гидратный газ – тип 2). Пробы газа, полученные в результате дегазации донного осадка, содержат меньшую концентрацию метана, от 5 до 46% объемных. Большую долю в них составляют азот, кислород и углекислый газ. Наибольшим разнообразием состава характеризуются пробы свободного газа. При среднем содержании в них метана в 53,6% объемных, его концентрации колеблются от 0,1 до 95,1% объемных. При отсутствии метана основным газом в пробах является азот (до 98,4% объемных).

По соотношению стабильных изотопов углерода метана ($^{13}C/^{12}C$) выделяются три его генетических типа: эндогенный, термогенный и биогенный. Биогенный (или бактериальный) метан имеет легкий изотопный состав углерода ($\delta^{13}C < - 60‰$), в то время как эндогенный (или мантийный) – тяжелый ($\delta^{13}C > - 30‰$). Термогенный метан занимает промежуточное положение между биогенным и эндогенным. По данным публикаций [1] и по нашим данным на Байкале установлены все три генетических типа метана (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика газов по содержанию в них метана и этана, изотопному составу углерода

Тип газа	Концентрация метана, % объемных		Средняя концентрация этана, % объемных	CH_4 $d^{13}C$, ‰, PDB, min/max	C_2H_6 $d^{13}C$, ‰, PDB, min/max
	средняя	min./max			
Гидратный, тип 1	90,7	61,9/96,0	0,26	-61,6/-67,2	-25,3/-37,0
Гидратный, тип 2	90,2	88,1/95,7	2,32	-44,2/-51,4	-25,9/-29,6
После ТВД	22,9	5,0/46,1	0,05	-63,0/-63,2	-30,2
Свободный газ	53,6	0,1/95,1	0,06	10,7/-77,8	н/о

Если предположить, что источником метана в гидратах является метан, образовавшийся в результате катогенетических преобразований органического

вещества, захороненного в многокилометровой толще подбайкальских осадков (то есть термогенный), то изотопная характеристика углерода, входящего в его состав, должна отличаться от метана, имеющего биогенное происхождение. Однако газ с низким содержанием этана, выделенный из гидратов (тип 1), полученный в результате дегазации донных осадков (ТВД), а также свободный газ в пределах акватории озера, по изотопному составу существенно не отличается от биогенного (табл. 1). В тоже время изотопный состав углерода метана, полученный нами в результате анализа образцов газового гидрата из проявления нефти Горевой Утес, в котором газовый гидрат в осадках сосуществует с нефтью, и гидратопроявлений «Кедр» и «Мамай» (тип 2), характеризуется более тяжелым изотопным составом углерода метана ($\delta^{13}C$ до - 44,2‰) по сравнению с биогенным метаном.

Анализируя полученные данные изотопных исследований углерода метана из гидратов (тип 1) можно предположить, что в результате образования газового гидрата, а в дальнейшем его разрушения с образованием свободного газа, осуществляется фракционирование изотопов углерода. В результате этого процесса метан, как имеющий меньшую теплоту образования (энтальпию плавления) относительно этана, высвобождающийся из газового гидрата, приобретает облегченный, близкий к бактериальному, изотопный состав $\delta^{13}C$ (- 61,6‰ – -67,2‰). В то время как, в тех же образцах изотопный состав углерода в этане, как менее летучем гомологе, смещается в более тяжелую область и составляет $\delta^{13}C$ (- 25,3‰ – -37,0‰). Аналогичным образом можно объяснить механизм формирования гидратов кубической структуры II при распаде гидратов кубической структуры I, и их одновременное присутствие в керне донных отложений на грязевом вулкане К-2 [7]. Таким образом, объяснение авторов этой публикации причин одновременного нахождения двух разных генетических типов углерода в одном объекте является весьма спорным, так же, как и обсуждение механизма образования гидратов с разным типом структур, при котором «исходная газовая смесь постепенно обедняется тяжелыми углеводородами» [9, 11].

Выявление объектов, где изотопный состав углерода метана указывает на термогенное его происхождение (табл. 1, гидратный газ, тип 2), может свидетельствовать в пользу необходимости выделения двух генетических типов проявлений газовых кристаллогидратов. Важным является и то, что кроме метана в них в существенных концентрациях присутствуют и другие его гомологи (этан, пропан, бутан и др.), что, по нашему мнению, может быть связано с большей глубиной источника компонентов гидратов этого типа.

Присутствие на акватории озера, проявлений свободных, так называемых «пузырьковых», газов с более тяжелым изотопным составом углерода метана, которые часто тяготеют к тектоническим нарушениям, объясняется тем, что в случаях, если глубина заложения таких разломов находится ниже границы BSR, происходит выброс более тяжелого термогенного (катогенетического) метана, который, возможно, не проходил стадию гидратообразования. Причем изотопный состав углерода в этом случае будет существенно зависеть от глубины заложения разлома. В зонах высоких температур и давлений будет генерироваться метан с более тяжелым изотопным составом углерода. Тем более, это спра-

ведливо для газовых проявлений за пределами акватории, где газовые кристаллогидраты не установлены.

Литература

[1] Генетические типы метана озера Байкал. *Г.В. Калмычков, А.В. Егоров, М.И. Кузьмин и др.* Докл. Академии наук, 2006. т. 411. №5. С. 672-675.

[2] *Гинзбург Г.Д., Соловьев В.А.* Субмаринные газовые гидраты. / под ред. В.Л. Иванова, Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана «ВНИИОкеангеология», г. Санкт-Петербург, 1994, 199 с.

[3] *Макагон Ю.Ф.* Природные гидраты газа: распространение, модели образования, ресурсы. / Российский хим. ж., 2003, т. XLVII, № 3. С. 70-79.

[4] О газах в осадках Байкала. *Ефимова А.Г., Андреева М.В., Левшенко Т.В. и др.* / Газовая промышленность. Серия: Геология и разведка газовых и газоконденсатных месторождений. 1980. № 2. С. 15-27.

[5] Первая находка газогидратов в осадочной толще озера Байкал. / *Кузьмин М.И., Калмычков Г.В., Гелетий В.Ф.* / Доклад РАН. - 1998. 362, 4. С. 541-543.

[6] *Соловьев В.А*. Условия газогидратоносности и потенциально газогидратоносных акваторий морей России. / Геология и полезные ископаемые шельфов России /Гл. ред. М.Н. Алексеев. М.: ГЕОС, 2002. С. 179-184.

[7] Физико-химическая модель образования газовых гидратов с различным структурным типом на грязевом вулкане К-2 (Кукуйский каньон, озеро Байкал). *Манаков А.Ю., Хлыстов О.М., Хачикубо А., Огниенко А.Г.* Геология и геофизика, 2013, т. 54, №4, С. 615-625.

[8] Bottom simulating reflector in Lake Baikal. *Hutchinson R.D., Golmshtok A.J., Scholz C.A. et al.* EOS, 1991, v. 72. p. 307.

[9] Dual hydrate structures SI and SII at the Chapopote Knoll, Southern Gulf of Mexico. *Klapp S.A., Murshed M.M., Pape T., Bohrmann, G., Brewer P.G., Kuhs W.F.* Proceedings of the 7-th International Conference on Gas Hydrates (ICGH 2011), Edinburgh, Scotland, United Kingdom, July 17-21, 2011.

[10] *Istomin V.A., Yakushev V.S.* Gas-hydrates self-preservation effect. In: Physics and Chemistry of Ice. – Sapporo: Hokkaido University Press, 1992.-p.136-140.

[11] Mixed gas hydrate structures at the Chapopote Knoll, southern Gulf of Mexico. *Klapp S.A., Murshed M., Pape T., Klein H., Bohrmann G.P, Brewer G., Kuhs W.F.* Earth Planet. Sci. Lett., 2010, v. 299, p. 207-217.

S u m m a r y. Two genetic types of gas hydrate manifestations are allocate. The obtained data on the isotope composition of carbon suggest that in the process of formation of gas hydrate and further its destruction with the formation of free gas, there is fractionation of carbon isotopes. As a result, methane acquires a light-weight, close to bacterial, isotope composition. Methane with a heavy (endogenous) isotopic composition of carbon detected only outside the area of gas hydrates.

ЭВОЛЮЦИОННАЯ И ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ, РИТМИКА ПРОЦЕССОВ И ЯВЛЕНИЙ

EVOLUTIONARY AND HISTORICAL GEOGRAPHY, RHYTHMICS OF PROCESSES AND PHENOMENA

ОПЫТ РЕКОНСТРУКЦИИ МАРШРУТОВ СРЕДНЕВЕКОВЫХ НОВГОРОДСКИХ ДОРОГ С ЦЕЛЬЮ ВЫЯВЛЕНИЯ ТИПОРАЗМЕРОВ ВЕРСТЫ, ПРИМЕНЯВШИХСЯ НА ТЕРРИТОРИИ БЫВШЕЙ НОВГОРОДСКОЙ РЕСПУБЛИКИ В XVI-XVII ВВ.

В.А. Белобров
ООО «НПК «Аттрактор», г. Москва, s37fi@mail.ru

EXPERIENCE OF RECONSTRUCTION OF THE ROUTES OF THE MEDIEVAL NOVGOROD ROADS WITH THE AIM OF IDENTIFYING SIZES OF VERST WHICH HAVE BEEN USED ON THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF NOVGOROD IN THE XVI-XVII CENTURIES

V.A. Belobrov
SIC «Attractor» Ltd., Moscow

Аннотация. Данная работа является продолжением ряда работ автора, посвященных оценке размеров русских путевых мер длины, вёрст. В работе рассматриваются данные «Выписи из Новгородских изгонных книг» о протяженности дорог на территории бывшей Новгородской республики. На основе сопоставления этих данных с оценками протяженностей современных дорог предпринята попытка выявления тех типоразмеров версты, которыми могли пользоваться в Новгороде и его окрестностях в XV-XVII вв.
Ключевые слова: верста, «пятисотка», протяженность дорог, Новгородская республика.

Введение

Ранее, в [1], автором было высказано предположение, что в разных частях Древней Руси *могли* применяться разные метрологические системы. В частности, вполне вероятно, что метрология Новгородской республики могла сильно отличаться от метрологии сначала Киевского, а потом и Московского княжеств. В настоящей работе на основе анализа большой выборки данных именно с территории бывшей Новгородской республики показано, что, по крайней мере, применительно к путевым мерам, это предположение подтверждается фактами.

Объекты и методы исследования

Основным источником информации для данного исследования стала «Выпись из Новгородских изгонных книг» (далее – «Выпись…»), опубликованная в [5]. «Выпись …» содержит описание нескольких сотен перегонов между населенными пунктами Новгородской земли. Этот документ датируется началом XVIII в., но время создания самих «Изгонных книг», на основе которых была составлена «Выпись …», И.А. Голубцов, автор [5],

относил к концу XVI в. [5, с. 277-278]. Однако, скорее всего, данные «Изгонных книг» постепенно накапливались по мере формирования всей русской ямской системы, то есть где-то с 1560 г. или даже со второй половины XV в.[1]

Данные о протяженности дорог, содержащиеся в «Выписи …», были сопоставлены с данными о протяженности современных дорог (обмеры выполнены автором самостоятельно с помощью Интернет-ресурса «Яндекс.Карты»). Всего был идентифицирован 221 перегон из 244, описанных в «Выписи …». На основе этого сопоставления были получены оценки типоразмеров версты, которые могли применяться при обмерах, указанных в «Выписи …» дорог во времена последних Рюриковичей.

При сопоставлении оценок протяженностей дорог в вёрстах и в километрах в последние иногда вносилась поправка на «шоссейность», под которой понимается деление расстояний в километрах, измеренных с помощью ресурса Яндекс.Карты, на поправочный коэффициент 0,9. Таким образом обеспечивалась компенсация сокращения протяженности русских дорог, вызванного превращением старых грунтовок в укрепленные «шоссе» (в XIX в.), а затем (в XX в.) и в современные автострады [1, с. 175-176]. «Шоссейность» учитывалась только в тех случаях, когда современные дороги оказывались относительно прямыми (как, например, шоссе между Москвой и Новгородом).

Так как в Средние века протяженность дорог на Руси, как правило, указывалась с округлением до целых десятков верст, а часть дорог с конца XVI в. вполне могла изменить свой маршрут и, как следствие, протяженность, полученные оценки размеров вёрсты были подвергнуты статистическому анализу с целью устранения влияния на итоговый результат указанных погрешностей.

Для уточнения картины данные о протяженности новгородских вёрст были также откластированы по территориальному признаку: дороги на восток и юг от Новгорода (в направлении других русских земель) были отделены от дорог на север и запад (в сторону территорий с преобладанием нерусского населения или находившихся долгое время под контролем иностранных администраций).

Обсуждение результатов

Как видно из рисунков 1 и 2, хотя «пятисотка» (верста в 500 «казенных» саженей, 1,067 км) в обоих выделенных кластерах – бесспорный лидер, более длинные (и более редкие) типоразмеры версты оказались распределены по сформированным кластерам существенно разным образом.

Из рисунка 1 видно, что в южной и восточной ее частях помимо версты-«пятисотки» относительной популярностью пользовалась «семисотка» (верста протяженностью примерно в 700 «казенных» саженей, около 1,482 км). С некоторой натяжкой можно допустить применение тут и византийской (примерно, 1,389 км) и географической (1,852 км) миль. А вот «московская» верста (около 1,280 км) вряд ли встречалась даже в этих, пограничных с

[1] Об истории ямской гоньбы в России см. [6].

Московским княжеством, землях: больше похоже, что частота повторения близких к ней протяженностей определена законами распределения случайных величин, а не реальным применением этой меры при обмерах новгородских дорог. То же можно сказать – уже без всяких оговорок – и об обеих «мерных» верстах, старой в 1,778 км (1 000 «мерных» саженей по 1,778 м) и новой в 2,134 км (1 000 «казенных» саженей).

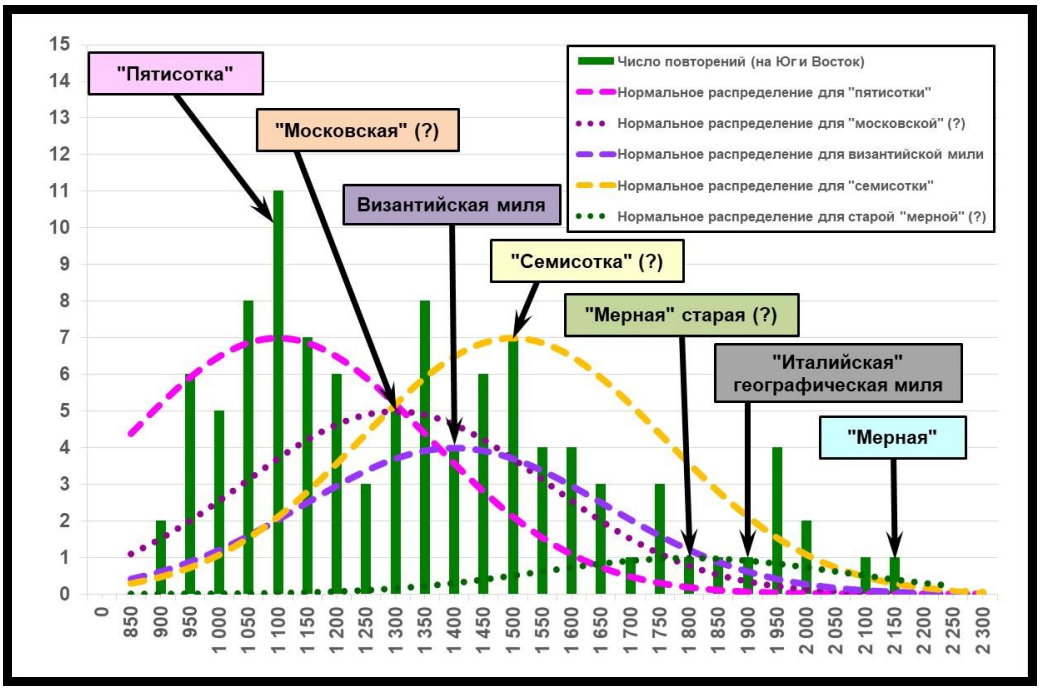


Рис. 1. Статистика повторений различных вариантов протяженностей русской версты на дорогах к югу и к востоку от Новгорода («шоссейность» учтена частично)

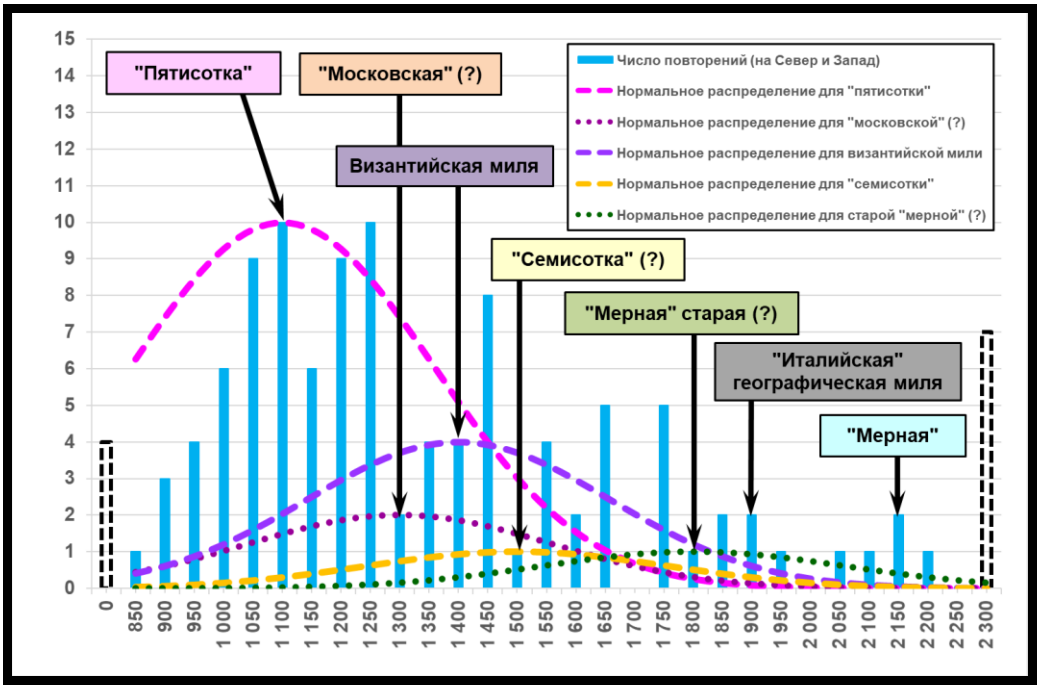


Рис. 2. Статистика повторений различных вариантов протяженностей русской версты на дорогах к северу и к западу от Новгорода («шоссейность» учтена частично).

К северу же и к западу от Новгорода ситуация несколько иная (рис. 2): тут присутствие «семисотки» не так очевидно (похоже, что «столбик 1 450 мм» следует отнести к более короткой византийской миле, а не к более длинной древнеримской…). Также в этой части Новгородской земли возможно ограниченное применение географической мили и обеих «мерных» верст. Однозначно не применялась здесь «московская» верста. Зато тут обнаруживается какой-то абсолютно новый типоразмер версты в 1,15-1,25 км. Он не был выявлен ранее ни по данным ПК [2], ни по разным письменным источникам, собранным Бутковым [3] и Романовой [7]. Нет у такой меры подходящих аналогов и в остальном мире: лишь какая-то «пифийская» миля в 1,178 км, приписанная Петрушевским древней Фракии [8, с. 227][2], да поздняя греческая миля в 1,233 км [9, с. 215]. Последняя по своему размеру выглядит наиболее подходяще, но сведения о ней датируются серединой XIX в. (когда Греция уже получила независимость от Османской империи), а отнюдь не временами Константина Багрянородного…

Выводы

По результатам анализа данных из «Выписи …» можно сделать вывод, что основной новгородской путевой мерой была верста, которую при Иване Грозном стали применять во всем Русском царстве, приравняв ее протяженность 500 «казенным» саженям, то есть «пятисотка» в 1,067 км. Также можно говорить о том, что и все остальные типоразмеры версты, описанные в [1] и [2], тоже могли ограниченно применяться при обмерах именно новгородских дорог.

Однако крайне маловероятно применение в новгородских землях «московской» версты: судя по всему, этот типоразмер был создан (и применялся!) в Московском княжестве, при монголах или вообще при Иване III. А к середине XVI в. от «московской» версты уже отказались [1, с. 56 и 179].

С другой стороны, проведенное исследование дало убедительное основание для включения в арсенал реальных русских путевых мер версты-«семисотки» (до этого момента автор придерживался мнения, что это был фантом, возникший в умах российских исследователей и чиновников второй половины XVIII в. (если не вообще XIX в.)). Вместе с тем, результаты анализа данных «Выписи …» неопровержимо доказывают, что нет никаких оснований считать «семисотку» [единственной] старой русской верстой, поприщем: судя по всему, самая старая русская верста оказалась и самой живучей – «пятисоткой», упраздненной только при Советской власти…

Ну, и наконец, в разметке старых новгородских дорог (на север и на запад от Древней Русской столицы) был обнаружен новый типоразмер версты в 1,15-1,25 км. Правда, реальное существование на Руси такой меры остается пока под большим вопросом…

---

[2] Но в более поздней и более фундаментальной своей работе [9] Петрушевский об этой мере уже ничего не говорил…

Литература

[1] *Белобров В.А.* Традиционные русские меры длины. М., 2018 https://www.academia.edu/36351821/Традиционные_русские_меры_длины_Белобров_В.А._

[2] *Белобров В.А.* Какова была реальная протяженность русских верст (доклад на V Международной конференции «Историческая география России: ретроспектива и современность комплексных региональных исследований». Санкт-Петербург, 18-21мая 2015 г.)

[3] *Бутков П.Г.* Объяснение русских старинных мер – линейной и путевой. СПб., 1844.

[4] *Васильев В.Л.* Архаическая топонимия Новгородской земли (Древнеславянские деантропонимные образования). / НовГУ им. Ярослава Мудрого. Серия «Монографии»; Вып. 4. Великий Новгород, 2005 http://window.edu.ru/resource/969/46969/files/mion-novsu05.pdf

[5] *Голубцов И.А.* Пути сообщения в бывших землях Новгорода Великого в XVI-XVII веках и отражение их на русской карте середины XVII века. / Вопросы географии. Сборник двадцатый, 1950 г. Историческая география СССР. М., 1950, с. 271-302.

[6] *Гурлянд И.Я.* Ямская гоньба в Московском государстве до конца XVIII века. Ярославль, Типография Губернского правления, 1900.

[7] *Романова Г.Я.* Наименование мер длины в русском языке. М., Наука, 1975.

[8] *Петрушевский Ф.И.* Метрология, или Описание мер, весов, монет и времясчисления нынешних и древних народов. СПб., 1831.

[9] *Петрушевский Ф.И.* Общая метрология. СПб, 1849.

S u m m a r y. This work is a continuation of [2] and other works of the author devoted to the evaluation of the Russian measures of distance, versts. The paper discusses the data «Wypis iz Novgorodskyh izgonnyh knig» about the length of roads on the territory of the former Novgorod Republic. Based on comparison of these data with estimates of the length of modern roads, an attempt is made to identify standard sizes of versts which could be used in Novgorod and its surroundings in the XVI...XVII centuries.

КОРОТКОПЕРИОДНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ В ГОРНЫХ РАЙОНАХ ЮГА СИБИРИ В ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ

О.К. Борисова*, А.В. Панин*,**

**Институт географии РАН, г. Москва, olgakborisova@gmail.com*

***МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, a.v.panin@yandex.ru*

SHORT-TERM CLIMATE OSCILLATIONS IN THE MOUNTAIN REGIONS OF SOUTHERN SIBERIA IN THE LATE HOLOCENE

O.K. Borisova*, A.V. Panin*,**

**Institute of Geography Russian Academy of Sciences, Moscow*

***Moscow State University of M.V. Lomonosov, Moscow*

Аннотация. По данным пыльцевого анализа и радиоуглеродного датирования отложений из разреза Пор-Бажин (ЮВ Тува) реконструировано чередование фаз потепления/ похолодания и иссушения/увлажнения продолжительностью в сотни лет на протяжении позднего

голоцена. Последовательность этих климатических осцилляций соответствует закономерностям, выявленным для Северного полушария в целом, и ранее опубликованным реконструкциям для данного региона и позволяет уточнить их.
Ключевые слова: вековые климатические колебания, пыльцевой анализ, юго-восточная Тува, поздний голоцен.

Введение

Горные районы юга Сибири (Алтай, Саяны и Тува) являются ключевыми для анализа климатических изменений в голоцене из-за их центрального расположения на евразийском континенте. Изменения в циркуляции атмосферы в этом регионе связаны с долгосрочной динамикой полей давления в Северном полушарии (с глубиной Исландского минимума и Сибирского антициклона), с усилением/ослаблением Западного переноса и Азиатского муссона [7]. Регион расположен на переходе между лесной и степной зонами. Благодаря этому климатические изменения отчетливо проявляются в пыльцевых спектрах. За последние десятилетия получены новые данные об изменениях ландшафтов и климата в голоцене в Алтае-Саянском районе и в соседних районах Центральной Азии ([3-5, 9] и др.). Реконструкции показали, что похолодание, сопровождавшееся возрастанием континентальности и засушливости климата, приведшее к деградации темнохвойных лесов и к распространению степной растительности, началось 5,5-5,0 тыс. л.н. и ускорилось после 2 тыс. л.н. Тем не менее, данные о короткопериодных климатических колебаниях в позднем голоцене для этого региона остаются немногочисленными.

Реконструкция средней температуры для Северного полушария за последние 2000 лет, проведенная А. Мобергом с соавт. [8], показала гораздо большую многовековую изменчивость, чем большинство предыдущих реконструкций по комплексу палеоданных с высоким разрешением по времени (см., например, [6]). Согласно этой реконструкции, 1000-900 лет назад среднегодовая температура Северного полушария была близка к уровню 1990 г., а наиболее низкая температура (приблизительно на 0,7°С ниже средней за 1961-90 гг.) достигалась около 400 л.н. Эта значительная естественная изменчивость климата, вероятно, продолжится и в будущем, что делает подробное изучение климата позднего голоцена необходимым для лучшего понимания динамики климата в целом и как основы для повышения надежности прогнозов будущих изменений.

Объект и методы исследований

Перспективным методом изучения вековых климатических изменений является детальный пыльцевой анализ отложений со стабильным режимом накопления, высоким содержанием и хорошей сохранностью микрофоссилий, надежно датированных радиоуглеродным методом. Палинологическое исследование разреза Пор-Бажин, расположенного вблизи берега оз. Тере-Холь в межгорной впадине на ЮВ Тувы (50°37'с. ш., 97°24'в. д.), и серия ^{14}С датировок, полученных по слою торфа и подстилающей его озерной супеси мощностью ~80 см, позволяют проследить изменения растительности и климата за последние 2,8 тыс. лет. Залегающие ниже суглинистые отложения с

включениями песка, гравия и гальки находятся в мерзлом состоянии. История развития оз. Тере-Холь в голоцене была изучена А.В. Паниным с соавторами [3].

Днище Терехольской впадины лежит на высоте около 1300 м над ур. моря. Вокруг озера и вдоль рек, вытекающих из него, распространены тростниковые и травяные болота и заросли кустарников, в основном ивы. В долинах рек и ручьев развиты луга и лиственничные леса с густым кустарниковым ярусом и травяным покровом. Склоны депрессии покрыты лиственничными лесами с кедром (*Pinus sibirica*) и, реже, елью (*Picea obovata*). В нижних частях склонов южной экспозиции и на более сухих участках днища впадины распространены степные сообщества. Верхняя граница пояса кедрово-лиственничных лесов на хребте Сангилен, лежащем к югу от депрессии, расположена на высоте 2200-2300 м над ур. моря. Выше лежит пояс горной тундры с участками субальпийских кустарников и альпийских лугов.

Особенности расположения разреза – развитие высотной поясности и экспозиционные различия в растительности, связанные с горным рельефом местности, – приводят к отчетливому проявлению малоамплитудных и кратковременных климатических изменений в составе пыльцевых спектров.

Обсуждение результатов

В целом, пыльцевые спектры в разрезе Пор-Бажин отражают существование горной тайги, близкой к современной, на окружающей территории в последние 2800 лет. В тех слоях, где обнаружены наиболее высокие (40-60%) содержания пыльцы (п.) трав и кустарничков (non-arboreal pollen – NAP), 60-75% этой группы составляет п. Cyperaceae, что, вероятно, отражает состав локальной растительности, т. е. обилие осок по берегам озера. Второе место среди NAP (до 20-30%) занимает п. злаков. Наличие фитолитов тростника, широко распространенного в настоящее время в озерной котловине, позволяет предположить, что ему принадлежит значительная часть п. Poaceae в нижних слоях разреза. На третьем месте находится п. полыни, которая преобладает в группе NAP в основании разреза.

Среди п. деревьев и кустарников (arboreal pollen – AP) преобладает п. сосен (*Pinus sibirica* и *P. sylvestris*). Сосна обыкновенная в настоящее время в Терехольской впадине не растет; ближайший участок ее ареала находится на хр. Обручева, примерно в 100 км к северу [2]. По всему разрезу в небольшом количестве встречается п. пихты. Ареал *Abies sibirica* на территории Тувы почти совпадает с ареалом *P. sylvestris*. Содержание п. ели (5-7% AP) соответствует ее роли в локальной растительности. П. лиственницы в поверхностном образце составляет всего 5% от AP, хотя *Larix sibirica* преобладает в лесах на склонах Терехольской впадины. Низкие содержания п. лиственницы обычно объясняют низкой устойчивостью ее оболочек в осадках.

Состав AP в локальных пыльцевых зонах (ЛПЗ) PB-1-3 (2,8-1,35 л. н.) показывает, что в этот период лиственничные леса занимали не только склоны Терехольской котловины, но и большую часть ее днища. Как и в современных условиях, ель присутствовала в этих лесах на более богатых и влажных почвах, а кедр рос в верхней части лесного пояса. Белая береза (*Betula* sect. *Albae*) была

распространена шире, чем в настоящее время. *Betula* sect. *Fruticosae* и, реже, ольховник (*Duschekia fruticosa*) росли в долинах рек, по окраинам болот и в подлеске. Частично п. этих микротермных кустарников могла поступать из субальпийского пояса с хр. Сангилен. В этой части разреза обнаружена п. карликовой березки (*Betula* sect. *Nanae*), которая сейчас растет в субальпийском и альпийском поясах. Эти данные свидетельствуют о том, что отложения из нижней части разреза формировались в более сухих условиях по сравнению с современными. Сухие фазы продолжительностью в несколько сотен лет были одновременно и более холодными, что отражает увеличение континентальности климата в эти интервалы. Наиболее сухие и холодные условия реконструированы для самого раннего интервала (2,8-2,7 тыс. л. н.).

Накопление торфа в верхней части разреза (ЛПЗ РВ-4-6, 1,35 тыс. л.н. – н/вр.) в целом происходило в более холодных условиях. Доля п. древовидной березы, более характерной для нижней части пояса горных лесов, здесь уменьшается, а количество п. лиственницы увеличивается. Возрастает также содержание п. сибирского кедра, который образует верхнюю границу леса в горах Тувы. Постоянно присутствует п. можжевельника; оба вида можжевельника, характерные для региона (*Juniperus sibirica* и *J. pseudosabina*), растут в субальпийских кедрово-лиственничных лесах и на каменистых участках в высокогорье [2]. Соответствие фаз похолодания и иссушения в этот период нарушалось, и холодные интервалы частично соответствовали относительно влажным фазам. Продолжительность теплых и холодных фаз сокращалась при увеличении различий между ними. Наиболее ярко выражена была сухая и холодная фаза с 700 до 300 л. н. (ЛПЗ РВ-5). При переходе от ЛПЗ РВ-4 к РВ-5 доля п. осоковых резко снизилась, а п. полыней и злаков достигла самых высоких содержаний во всем разрезе. Повышение доли п. Poaceae в ЛПЗ РВ-5, вероятно, было связано в основном с луговыми и степными видами, поскольку фитолиты тростника в этом слое не обнаружены. Возросла также доля Chenopodiaceae и двудольного разнотравья; найдена п. типичных степных ксерофитов (*Eurotia ceratoides, Bupleurum* и *Pleurospermum*). Количество п. лиственницы сократилось, вновь появилась п. карликовой березки и ольховника.

Во время кратковременного потепления 300 – 150-200 л. н. увеличилось участие кедра в лиственничных и смешанных (с елью и, реже, с березой) лесах. Этому интервалу соответствует наибольшее во всем разрезе количество п. *Pinus sibirica* (до 50% AP). Вновь возросли содержания п. Cyperaceae и Poaceae; хорошо представлены луговые и степные травянистые растения (Caryophyllaceae, Asteraceae, Apiaceae, Cichoriaceae, Rosaceae, Rubiaceae, *Thalictrum* и др.), но их разнообразие меньше, чем в ЛПЗ РВ-1-3. В последние 150-200 лет произошло новое похолодание, но без заметной аридизации. Состав п. в ЛПЗ РВ-6 показывает, что современный климат отличается от криоксеротической фазы 700-300 л. н. меньшей сезонной контрастностью и немного большей влажностью. Содержание п. *Artemisia* в LPZ РВ-6 составляет до 5% от NAP; присутствует также п. маревых и хвойника (*Ephedra*).

Выводы

Изменения растительности в Терехольской депрессии и в ее горном обрамлении за последние 2,8 тыс. лет, реконструированные на основе пыльцевого анализа по разрезу Пор-Бажин, отражают чередование более влажных и сухих, а также более теплых и холодных фаз продолжительностью по несколько столетий на общем фоне холодного и сухого климата позднего голоцена. Сравнение с другими реконструкциями по Алтае-Саянскому региону позволяет проследить некоторые общие черты динамики климата в позднем голоцене. Палинологические данные по оз. Узунколь [4], расположенному в центральном Алтае, указывают на стадию иссушения 1,3-1,7 тыс. л. н. и похолодание с последующей аридизацией после 700 л. н. По данным изучения осадков Телецкого озера (СВ Алтай) реконструировано похолодание между 1,4-1,3 тыс. л. н. [9]. Наибольшее понижение температуры июля восстановлено для интервала 550-200 л. н., однако тенденция к похолоданию проявилась уже 850-800 л. н. Т.А. Бляхарчук и Н.А. Чернова [5] на основе палинологических данных по разрезу Луговое в Западных Саянах реконструировали две сухие фазы (2,2-1,5 тыс. л. н. и 700-200 л. н.). А.Р. Агатова с соавт. [1] выделили два основных этапа развития ледников на ЮВ Алтая: 2,3-1,7 тыс. л. н. и 700-150 л. н. и отметили, что наиболее глубоким за последнее тысячелетие было похолодание в середине XIX в. Формирование *пинго* в Чуйской впадине в центральном Алтае началось около 2,25 тыс. л. н. [4].

Согласно упомянутой выше реконструкции средней температуры Северного полушария [8], наиболее высокие температуры за последние 2000 лет достигались около 1000-900 л. н., в Средневековый климатический оптимум, а наиболее низкие – около 1600 г., в Малый ледниковый период. Сходство хода кривых позволяет предположить, что эти колебания температуры были вызваны изменениями солнечной активности [11]. Подобные, но более слабые температурные колебания реконструированы нами по разрезу Пор-Бажин. Изучение изотопного состава кислорода по сталагмиту из пещеры Донгге на юге Китая [10] позволило детально реконструировать изменения активности Азиатского муссона. На фоне его общего ослабевания в период с 7,0 до 0,5 тыс. л. н. отмечены эпизоды особенно резкого падения активности, приблизительно соответствовавшие по времени фазам похолодания и повышения интенсивности айсбергового разноса терригенного материала («событиям Бонда») в Северной Атлантике [10, 11]. Чередование влажных и сухих фаз, реконструированное по разрезу Пор-Бажин, довольно хорошо соответствует упомянутым периодам усиления/ослабевания Азиатского муссона.

Благодарности

Исследования выполнены при поддержке Проекта РФФИ 19-05-00863.

Литература

[1] *Агатова А.Р. Назаров А.Н., Непоп Р.К., Орлова Л.А.* Радиоуглеродная хронология гляциальных и климатических событий голоцена юго-восточного Алтая (Центральная Азия). / Геология и геофизика. 2012. Т. 53. № 6. С. 712-737.
[2] Ареалы деревьев и кустарников СССР. Т. I. Л.: Наука, 1977. 164 с.

[3] *Панин А.В., Бронникова М.А., Успенская О.Н. и др*. История озера Тере-Холь и голоценовая динамика природной среды на юго-востоке Саяно-Тувинского нагорья. / Доклады Академии Наук. 2012. Т. 446. № 5. С. 568-574.
[4] *Blyakharchuk T.A., Wright H.E., Borodavko P.S., et al.* Late-glacial and Holocene vegetational changes on the Ulagan high-mountain plateau, Altai Mountains, southern Siberia. / Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2004. V. 209. P. 259-279.
[5] *Blyakharchuk T.A., Chernova N.A.* Vegetation and climate in the Western Sayan Mts, according to pollen data from Lugovoe Mire as a background for prehistoric cultural change in southern Middle Siberia. / Quaternary Science Reviews. 2013. V. 75. P. 22-42.
[6] *Mann M.E., Jones P.D.* Global surface temperatures over the past two millennia, Geophysical Research Letters. 2003. V. 30. No. 15. 1820.
[7] *Mayewski P.A., Rohling E.E., Stager J.C., et al.* Holocene climate variability. / Quaternary Research. 2004. V. 62. No. 3. P. 243-55.
[8] *Moberg* A., Sonechkin D.M., Holmgren K., et al. Highly variable Northern Hemisphere temperatures reconstructed from low- and high-resolution proxy data. / Nature. 2005. V. 433. P. 613-617.
[9] *Rudaya N., Nazarova L., Novenko E., et al*. Quantitative reconstructions of mid- to late Holocene climate and vegetation in the northeastern Altai Mountains recorded in lake Teletskoye. / Global and Planetary Change. 2016. V. 141. P. 12-24.
[10] *Wang Y., Cheng H., Edwards R.L., et al.* The Holocene Asian monsoon: links to solar changes and North Atlantic climate. / Science. 2005. V. 308. P. 854-857.
[11] *Wanner H., Beer J., Bütikofer J., et al*. Mid- to Late Holocene climate change: an overview. / Quaternary Science Reviews. 2008. V. 27. No. 19-20. P. 1791-1828.

S u m m a r y. Based on the data of pollen analysis and radiocarbon dating of sediments from the Por-Bazhin section (south-eastern Tuva), the alternation of the multi-centennial warm/cool and dry/humid phases during the Late Holocene has been reconstructed. The sequence of these climatic oscillations corresponds to the patterns identified for the Northern Hemisphere as a whole, as well as to previously published reconstructions for the region, and makes it possible to improve them.

ОСОБЕННОСТИ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ КОЧЕВНИКОВ АЛТАЯ В ДРЕВНОСТИ И СРЕДНЕВЕКОВЬЕ

Н.И. Быков
Алтайский государственный университет, г. Барнаул, nikolai_bykov@mail.ru

FEATURES OF FOREST USE BY ALTAI NOMADS IN ANCIENT AND MEDIEVAL TIMES

N.I. Bykov
Altai State University, Barnaul

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы лесопользования древних и средневековых кочевников Алтая. Для этих целей были изучены древесные материалы археологических памятников. В ходе исследований были применены дендрохронологический и ксилотомический методы.

Ключевые слова: лесопользование, кочевники, средневековье, древний мир, Алтай, дендрохронология, ксилотомия

Введение

Вопрос исследований взаимодействия человека и природы является в исторической географии основным. Варианты этого взаимодействия могут быть представлены теми или иными видами природопользования. Некоторые из них являются основными видами деятельности в системах жизнеобеспечения народов, другие вспомогательными.

Несмотря на то, что в основе хозяйства древних и средневековых кочевников лежало пастбищное животноводство, весомую роль в их жизни составляли охота и рыболовство. Лес был также «кормящим ландшафтом», поскольку выступал не только поставщиком пищи, но различного сырья. Вместе с тем, характеристика взаимодействия лесных ландшафтов и кочевых народов в прошлом остается слабо исследованной темой.

В значительной мере это относится и к территории Алтая, в историко-географическом его понимании, где формирование кочевого типа хозяйства произошло еще в эпоху бронзы. Оно было главным фактором развития культурных ландшафтов вплоть до русской колонизации. Основными хозяйственными угодьями в это время являлись пастбища. Леса также использовали под пастбище, но чаще для собирательства, охоты и заготовки древесины. В данной работе акцент будет сделан на изучении особенностей заготовки древесины населением Алтая до его освоения российским государством.

Объекты и методы

Для изучения особенностей лесозаготовки древними и средневековыми кочевниками Алтая был осуществлен дендрохронологический и ксилотомический анализы археологической древесины. Дендрохронологическое исследование образцов заключалось в измерении ширины годичных колец, а ксилотомическое – в установлении анатомических признаков древесины на поперечном, радиальном и тангенциальном срезах.

Образцы археологической древесины были изучены из памятников пазырыкской (VI-III вв. н.э.), каменской (VI-I вв. до н.э.), булан-кобинской (II в. до н.э. - V в. н.э.) и сросткинской (VIII-XII вв. н.э.) культур. Из памятников пазырыкской культуры непосредственно автором изучалась древесина из могильников Уландрык-1 (курганы №№ 1-9, 11-15), Яломан-3 (курганы №№1,2), Чинета-2 (курган №№19, 23), Инской дол (№№1,10,12) и Ханкаринский дол (курганы №№7,10,13,15,16), Олин-Курин-Гол-10 (курган №10), Ак-Алаха-1 (курганы №№ 1, 2), Ак-Алаха-3 (курган № 1), Ак-Алаха-5 (курган № 1), Верх-Кальджин - 2 (курган №1). Кроме того, привлекались результаты работ других авторов [2]. Из памятников каменской культуры была изучена древесина из кургана №4 могильника Бугры. В число исследованных памятников булан-кобинской культуры вошли могильники Яломан-2 (курганы №№20, 23а, 29, 31, 33, 47, 49, 51, 57, 60а, 62), и Курайка (курганы №№27, 48, 49, 100). Из памятников тюркской культуры были проанализированы угли

металлургических печей Куэхтанара и древесина памятника Тюргун-1. Среди сросткинских памятников исследованы могильники Грань (одиночный курган), Поповская дача (одиночный курган), Яровское-5 (курганы №№1, 2, 4), Прудской (курганы №№1, 3, 4, 6), Иня-1, (курганы №№23, 27, 28). Филин-1 (курган №2), Чинета-2 (курган №8).

Обсуждение результатов

Древние и средневековые кочевники Алтая использовали широкий спектр древесных пород, в том числе лесообразующих. За редким исключением они имели местное происхождение. Их выбор определялся технологическими свойствами древесины. В исследованных памятниках пазырыкской культуры обнаружены береза, лиственница, сосна кедровая и сосна обыкновенная, можжевельник, ольха, ива, курильский чай, таволга, черемуха, барбарис. Лиственница применялась, в первую очередь, как конструкционный материал для изготовления срубов, накатов, настилов, колод. Имеются примеры ее использования для изготовления щитов, рукоятей плети, шпилек для фиксации войлока и ножек блюд, застежек для пут и ножен кинжалов. Применение древесины лиственницы в качестве конструкционного материала характерно для Юго-Восточного, Центрального и Восточного Алтая. В Северо-Западном Алтае ее в этом отношении заменяет сосна обыкновенная. При этом в некоторых памятниках отмечено специализированное использование: сосна применяется как деловая древесина, а лиственница как топливо.

Из сосны кедровой пазырыкское население получало ножны кинжалов и рукояти чеканов, пуговицы и поясные пластины, детали головного убора и упряжи, в том числе украшения упряжи, седельные накладки и прочее. Береза употреблялась для производства, стрел, пластин жесткости колчанов и рукоятей чеканов. Можжевельник служил для изготовления поясных и седельных накладок, колчанных застежек, пуговиц и вставных ножек блюд. Ольха среди изученных нами деревянных предметов пазырыкских памятников была отмечена трижды: для изготовления стрелы и втулок чеканов. Из ивы древние кочевники получали детали лука и модели стрел. Барбарис, таволга и черемуха использовались как детали составного лука. Курильский чай применялся в качестве подстилки.

Сезон заготовки древесины в том или ином древостое осуществлялся в зависимости от цикла кочевания. В Юго-Восточном Алтае в теплый сезон года древесина заготавливались в верхних частях лесного пояса, в период зимнего кочевания – на нижнем пределе лесного пояса. Возраст заготавливаемых пазырыкцами деревьев значительно варьировал в зависимости от района и целей заготовки и был обусловлен достижением деревьями необходимой кондиции: в Юго-Восточном Алтае для сооружения срубов использовались деревья возрастом от 140 до 400 лет, в Центральном Алтае – 100-140 лет, в Северо-Западном Алтае – 40-70 лет. Большинство деревьев заготавливались в условиях нормального древостоя, на что указывает характер возрастных кривых радиального роста (убывание по экспоненте). Вероятно, это было связано с тем, что получить прямоствольную древесину на периферии плотного

древостоя, особенно в районе верхней границы леса было достаточно проблематично. Заготовка деревьев осуществлялась на северных склонах в диапазоне абсолютных высот от 1800 м до 2400 м. Расстояние транспортировки могло достигать 20-30 км. Объем древесины, заготовленной носителями пазырыкской культуры только для погребального обряда в долинах рек Юстыд и Уландрык, равен запасам древесины на 7 га современных лесов Кош-Агачского района [1]. Это свидетельствует о существенном воздействии человека на лесные ландшафты в исследуемых районах Алтая.

Исследованная древесина из кургана каменской культуры принадлежала сосне обыкновенной. Возраст использованных деревьев составлял 32-45 лет. Характер возрастной кривой в древесно-кольцевых хронологиях свидетельствует о том, что деревья заготовлены в нормальных лесорастительных условиях.

Анализ древесины из памятников булан-кобинской культуры показал, что для погребального обряда в гунно-сарматское время кочевники Алтая использовали также преимущественно местные древесные породы. Среди местных древесных пород отмечены лиственница, сосна кедровая, можжевельник, береза, пихта, ива и тополь. Лиственница использовалась для внутримогильных конструкций и изготовления посуды. Из сосны кедровой изготавливались детали колчанов и пеналы. Береза служила для изготовления посуды, стрел, деталей лука, седел, пеналов, деревянных гвоздей. По одному разу были обнаружены образцы из пихты, из которой был изготовлен пенал, и можжевельника, который был представлен деталью огнива. Тополь был использован для изготовления кружки, а ива для модели ножа.

Заготовка лиственниц конструкционного назначения для памятников булан-кобинской культуры проводилась в возрасте 40-120 лет, а березы – от 11 до 30 лет. Лиственница, с которой была получена самая продолжительная хронология, была заготовлена в разреженном древостое. Заготовка древесины для исследованных памятников в целом осуществлялась в нижних частях горно-лесного пояса, в березово-лиственничных лесах.

В тюркский период в Юго-Восточном Алтае лиственница использовалась как для строительных целей, так и для выплавки металла (металлургические печи Куэхтанара).

В памятниках сросткинской культуры также отмечены местные древесные породы: сосна обыкновенная и береза. Обе породы использованы как конструкционный материал. В большинстве случае применялась сосна обыкновенная и лишь в могильниках Поповская дача и Яровское-5 присутствовала береза. Вероятно, это связано с удаленностью данных объектов от сосновых лесов до 40-45 км. Анализ индивидуальных древесно-кольцевых хронологий показал, что в погребальном обряде сросткинской культуры использовались деревья возрастом от 11 до 84 лет, но преимущественно 30-60-летние деревья. Характер возрастных кривых индивидуальных хронологий свидетельствует о том, что деревья заготавливались в нормальных лесорастительных условиях.

Выводы

Лес для древних и средневековых кочевников Алтая являлся источником сырья, топлива и пищевых ресурсов. Анализ древесных артефактов из археологических объектов свидетельствует о том, что номады прекрасно знали технологические свойства древесины, что обусловило широкий спектр используемых видов древесных растений и направленность их применения. Чаще всего использовалась древесина местных пород. Заготовка древесины для строительных нужд осуществлялась в нормальных лесорастительных условиях, в плотном древостое, в горах – в пределах всего лесного пояса, с акцентом на нижнюю границу леса. Возраст заготавливаемых деревьев зависел от кондиционных размеров древесины (20-40 см в диаметре). Транспортировка строительной древесины осуществлялась на расстояние не более 50 км. Пастбищное животноводство существенным образом влияло на нижнюю границу леса в горах, что обусловлено характером (графиком) сезонного кочевания.

Литература

[1] *Быков Н.И., Быкова В.А., Слюсаренко И.Ю.* Погребальные сооружения как источник по изучению лесопользования у пазырыкцев. / Археология, этнография и антропология Евразии – 2005. №2 (22). – С. 60-67.

[2] Феномен алтайских мумий. – Новосибирск: Изд-во Института археологии и этнографии СО РАН, 2000. – 320 с.

S u m m a r y. The article discusses issues of forest use by ancient and medieval nomadic of Altai. For these purposes, wood materials from archaeological sites have been studied. In the course of the research, dendrochronological and xylotomic methods were applied.

ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО НА КАРТЕ МИРА: ИСТОРИЯ ЦИВИЛИЗАЦИИ

И.А. Вдовина

ГБОУ ДПО «Нижегородский институт развития образования», г. Н. Новгород, viann@inbox.ru

GEOGRAPHIC SPACE ON THE WORLD MAP: HISTORY OF CIVILIZATION

I.A. Vdovina

Nizhny Novgorod Institute of the Education Development, N. Novgorod

Аннотация. В статье изложено значение исторических карт для познания мира и человеческой цивилизации. Историческая карта является своеобразным документом, в котором отражены не только географические территории, но прежде всего, культурно-исторические процессы, традиции, ценности и взгляды, имевшие место в разные эпохи. Изучение историко-географических карт помогает понять мир и его развитие во всем его многообразии

Ключевые слова: карта, историко-географическая карта, портрет эпохи, произведение искусства, культура, космография, цивилизация.

Введение

Карта занимает в географии центральное место. Без неё уже не могут существовать и развиваться науки о Земле, не может обходиться география. Её роль в жизни общества неуклонно росла. И теперь карта не только «второй язык географии», но и методический стержень, интегрирующий знания отдельных географических наук и наук о Земле в целом. Географическая карта служит не только источником новых знаний и средством формирования географических понятий, но и сопровождает процесс познания мира, дает ответы на многие вопросы развития человеческого общества. Карты – больше чем география. Они служат зеркалом культуры, убеждений и историей мировых цивилизаций [2].

Объекты и методы

Объектом изучения является историко-географическая карта как своеобразный документ, несущий в себе особенности времени и культуры, как портрет эпохи, отражающий культурно-исторические процессы. Карты дают информацию об окружающем мире. Однако на протяжении истории человечества карты служили разным целям. С самых древних времен, со времени появления наскальных рисунков люди составляли карты, чтобы осмыслить свое место в мире. Информация, запечатленная в них, важна не только для ориентирования в пространстве, она важна для понимания жизни во всем многообразия ее проявления.

Понятие карты появилось в мировых языках еще в древности и имеет множество определений, и в целом можно сказать – это графический объект, отражающий пространственное понимание предметов, идей, событий в человеческом мире [1]. Это толкование отличается от типично географического определения, но позволяет распространить его на ряд других картографических изображений: карта звездного неба, топографическая, астрологическая, навигационная и другие. Такое определение помогает рассматривать карты в контексте различных культурных традиций, определявших, как и для чего разные цивилизации создавали и создают карты – от греческих «пинак» и латинских «маппа мунди» до китайских «ту» и арабских «сура». Эти традиции описаны на глиняных, мозаичных, папирусных и пергаментных и вырезанных на камне картах более 3500 лет назад,

Карты содержат культурно-историческую информацию и отражают ключевые моменты истории человечества [2]. Картографией как глобальным явлением составления карт занимались все народы независимо от культуры и вероисповедания, но в каждой цивилизации был выработан свой подход к отображению известного и неизвестного ей мира. Карта всегда субъективна, одну и ту же местность можно представить множеством разных способов. Но при этом карты отвечали потребностям и взглядам своей эпохи: религиозная карта XIII века с Иерусалимом в центре, была для современников такой же правильной, как сейчас цифровая карта на экране компьютера или мобильного телефона.

Первые карты мира представляли произведения искусства, выполненные в художественном стиле, и включали исторические изображения,

соответствующие определенному периоду исторического времени. Они отражали представления народов о географическом пространстве мира, где собственные пространства всегда располагались в центре, неизвестные же земли располагались по периферии. Кроме того, на картах изображалось много из того, что не имело отношение к географии. Содержание карты менялось от эпохи к эпохе, от одной культуры к другой. Исторические карты позволяют заглянуть в историю формирования мировой цивилизации. По картам можно проследить, как в разные периоды времени изменялись географические представления человека о мире. Наполненные не только географической информацией, они таили в себе ценности и взгляды своей эпохи, отражали достижения науки и искусства, в торговле и производстве, в политике, религии и пропаганде.

Древние карты. В античном мире (Вавилон, Персия, Греция, Рим) карты выполняли определенные функции: распространяли имперские взгляды на мир, рассказывали о сотворении Вселенной, описывали небеса и иллюстрировали религиозные представления. Для путешествий и мореплавания карты стали использоваться позже в силу ограниченности их масштаба и подробностей изображения. Сохранившиеся источники говорят о том, что первые карты мира составлялись еще в VII в. до н.э. На первых картах мир изображался в виде диска, окруженного со всех сторон водой, на котором располагались Европа, Азия, Африка. Птолемей составил карту Ойкумены (известного мира), которая простиралась от Канарских островов до Кореи, а в середине омывалась Средиземным морем и Индийским океаном. Херефордская карта содержала надписи, касающиеся богословия, космологии, средневековой географии и зоологии, однако назначение ее неизвестно.

Создавались и другие картографические произведения, они мало соответствовали научным представлениям. Пейтингерова таблица – растянутая в длину искаженная топографическая схема Римской империи. В Китае были распространены астрологические карты типа Звездной карты из Дуньхуана, где показано как движение небесных тел влияет на жизнь людей. Многие карты древности создавались для элиты общества – ученых, императоров, священнослужителей. Были карты и для практических целей. По всему Средиземноморью составлялись карты – портуланы – навигационные карты, функция которых заключалась в обеспечении безопасного плавания. На них подробно изображали береговые линии и названия портов, но были скромно оформлены. Ими пользовались купцы, лоцманы. Карты знакомили с историей христианства и местом человека во вселенной. Первые карты служили космографическими и духовными путеводителями, которые помогали людям понять мир как целостность.

Менее, чем через 200 лет, Герард Меркатор в своем произведении «Новое и расширенное описание Земли» показал мир в привычном виде. С конца XIV века по конец XVI в. произошли огромные изменения. Когда европейцы, османы и китайцы стали путешествовать, им понадобились новые карты для безопасного и более точного передвижения, а также для того, чтобы демонстрировать свои новые владения. Появилась потребность в

усовершенствовании средиземноморских портуланов и освоении навигации по звездам. Один из новых портуланов составил Джованни Пиицигано в 1424 г. Карта интересна рядом фантомных островов, которые предположительно могут изображать Карибские острова или даже американский континент.

Несмотря на достижение картографии, карты часто все-таки искажали действительность или вводили в заблуждение. Однако было и стремление измерить отображённое на карте пространство с помощью новых научных методов. В Европе картографы отошли от богословских объяснений и обратились к геометрическим проекциям и методам топографической съемки, чтобы составлять карты, помогавшие в завоеваниях и управлении. Это было время, когда карту и картографию стали рассматривать как инструмент политической, военной и экономической власти внутри страны и в международных отношениях.

В XVII веке облик карты меняется и становится похожим на современный, появляются и специализированные карты. Картография становилась коммерческой. Наиболее богатые и влиятельные люди стали нанимать команду картографов для составления карт, отражающих их убеждения. Так, во Франции семья Кассини развивала методы научной топографии и составили «новую карту Франции», которую следует рассматривать в качестве первого исследования страны. Она пользовалась популярностью вплоть до революции 1789 г.

В это же время была создана выдающаяся карта мира Маттео Риччи, показывающая распространение христианства в Китае. Иудей Авраам бар Яков составил карту Святой земли [3]. Новые картографические методики распространялись и на запад и на восток. Чем лучше изучался мир, тем больше ограничивались его пределы. Картограф превращался из ученого в должностное лицо, постепенно закрашивающее белые пятна на поверхности Земли.

В XIX веке наступил расцвет тематического картографирования. В этот период появилась возможность сочетать разные способы сбора и представления статистических данных с художественной силой географических карт для отображения информации. Переписи населения дали информацию не только о количестве населения, но и о качестве жизни, о заболеваемости и распространении болезней, национальности и вероисповедания. Новые достижения в технике способствовали широкому распространению карт, в том числе тематических и цветных.

Карта все шире входила в жизнь общества. Была выпущена первая геологическая карта Великобритании. В Японии была выпущена карта с детальным изображением береговой линии. В США была составлена карта, с помощью которой было организовано переселение коренных народов. Европейская картография развивалась с целью распространения западной религии и культуры по всему миру. Но не все картографы использовали карты для навязывания своей системы ценностей. «Карта рабского населения южных штатов США» Эдвина Хергешеймера помогла президенту А. Линкольну в годы Гражданской фойны (1861-1865) в борьбе за отмену рабства [3]. В

Великобритании на социальную политику повлияли тематические карты о распространении холеры, масштабности бедности. В Индии и Корее продолжали создаваться карты религиозного и мифологического содержания.

В XX-XXI вв. картографические исследования продолжались: было создано много великих карт разных направлений. Однако в картах содержалось противоречие, поскольку в той или иной мере они отражали чьи-то взгляды. Любая карта – это лишь выборочное и частичное изображение территории, но именно это обстоятельство делает карты притягательными для тех, кто карту готов поставить на службу войне, политике, идеологии и пропаганде [1, 3].

В XXI веке карты перешли из бумажного формата в цифровой. Разработка ГИС позволили не только картографам, но и ученым наносить на карту мельчайшие подробности. Появились геопространственные приложения, с помощью которых можно любую точку мира рассмотреть крупным планом с высоким разрешением.

Выводы

Изучение исторических карт весьма захватывающе. У них своеобразный язык изображений. Карты мира отображали пространства через призму личных представлений, отражая свой собственный взгляд на собственные пространства. Изучение карт мира разных исторических эпох позволяют найти ответы на вопросы: как изменялись карты на протяжении человеческой истории, в каком виде они несут информацию о культуре, взглядах и идеях народов, как изменялись представление о мире. И на многие другие вопросы, сообщают ответ карты, открывающие окно в историю человеческого общества. Прочтение исторических карт, их тестов и изображений дает целостное представление и понимание исторических процессов, имеющих место в определенную историческую эпоху. Арабский географ средневековья Мухаммад Аль-Идриси говорил, что тот, кто рассматривает карты и изображения стран, познает истину и услаждает свой взор, а также отмечал, что путешествие по карте – важная утеха жаждущего странствовать по миру [3]. Исторические карты позволяют заглянуть вглубь человеческой цивилизации.

Литература

[1] *Броттон Джерри*. Великие карты / перевод с англ. – Москва: Изд-во «Э». 2017.– 256 с.

[2] *Максаковский В.П.* Историческая география мира. Учебное пособие для вузов. – М.: Экопрос, 1997. – 584 с.

[3] *Нурминен Марьё Т.* Мир на карте: географические карты в истории мировой культуры / Перевод с финского. – М.: Паулсен, 2017.– 352 с.

S u m m a r y. The article deals with the importance of historical maps for the knowledge of the world and human civilization. The historical map is a kind of document, which reflects not only geographical territories, but above all cultural and historical processes, traditions, values and views that took place in different eras. The study of historical and geographical maps helps to understand the world in all its diversity.

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ РАЗМЕЩЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ МОСКВЫ В НАЧАЛЕ XIX – НАЧАЛЕ XX ВВ.

Т.С. Воронова
Московский городской педагогический университет, г. Москва, tatianavoronova@yandex.ru

THE ANALYSIS OF PECULIARITIES OF THE POPULATION DISTRIBUTION IN MOSCOW IN THE EARLY NINETEENTH – EARLY XX CENTURIES

T.S. Voronova
Moscow city pedagogical university, Moscow

Аннотация. Рост территории городов всегда влечет за собой изменение численности и плотности населения, влияет на размещение населения в его границах. Анализ этих показателей и процессов представляет несомненный интерес, если их рассматривать в различные исторические периоды.
Ключевые слова: XIX-XX вв., численность населения, плотность населения, размещение населения, районы Москвы.

Введение

История Москвы насчитывает более 870 лет. Вместе с городом росло и изменялось население и условия его жизни [1, с. 126]. В том числе изменялась численность, плотность и социальный состав в различных частях города. Рассмотрим данные особенности в период начала XIX - начала XX вв.

Регион исследований, объекты и методы

Регионом исследования является город Москва начала XIX - начала XX вв. Объект исследования – население города в указанный период. Использованные методы: картографический, статистический, сравнительно-географический, исторический.

В различные исторические этапы изменялась численность населения Москвы, особенности расселения и плотность в пределах различных частей города. Рассмотрим данные изменения в период с начала XIX – по начало XX века.

К началу XX века Москва несколько расширила свои границы по сравнению с налом XIX века. Если, по данным П. Гольдерберга [2, с. 74], в начале XIX века Москва занимала площадь 7250 га (72,5 км^2), в середине XIX века – 64,5 кв. верст (≈ 73,4 км^2) [3, с. 21], то в начале XX века площадь города составляла порядка 91,5 км^2 [5: с. 1]. Численность населения составляла в начале XIX века 246545, в середине – 600000 (1861 г.), а в начале XX в. – 1617700 (1912 г.) человек [2, с. 74; 126, 129, 5, с. 9]. Средняя плотность населения выросла с 34 до 139 чел/га за 100 лет. Такой резкий рост численности населения объяснялся интенсивным развитием промышленности, торговли и транспорта. Кроме этого численность населения увеличивалась за счет миграционного притока.

Особенности распределения населения в рассматриваемый период ярко демонстрируют карты плотности населения Москвы (рис. 2, 3). Анализ карт и дополнительных статистических данных, позволяет сделать следующие выводы. Плотность населения уменьшалась от центра к периферии. Эта

тенденция сохранялась как в начале XIX, так и в начале XX вв. (рис. 3). Однако, почти за 100 лет плотность населения в Москве в разных ее частях увеличилась в среднем в 2–5 раз (рис. 1).

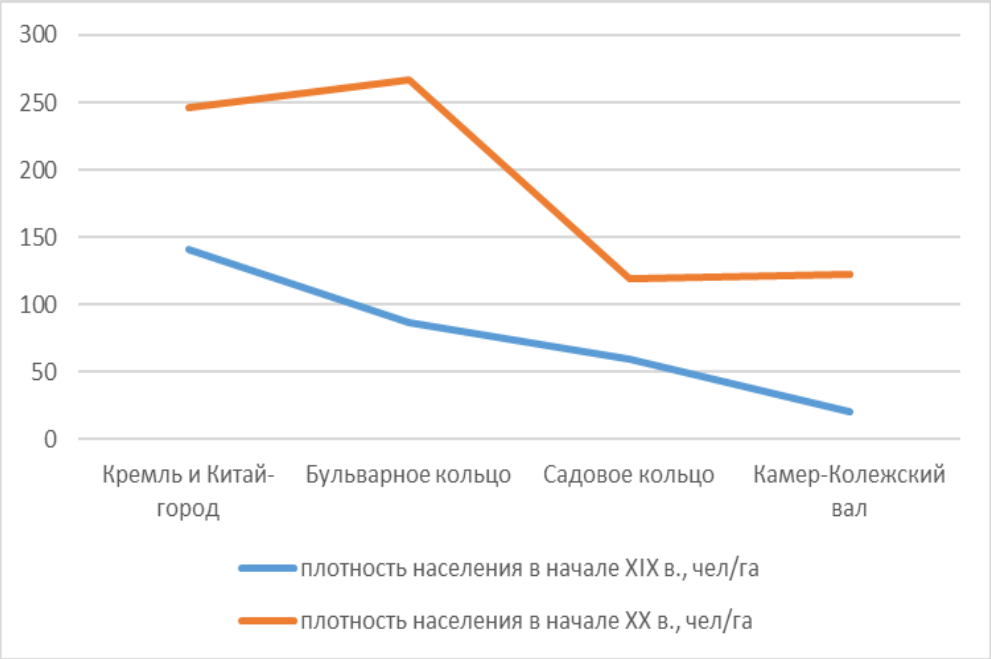


Рис. 1. Плотность населения Москвы по основным зонам в начале XIX – начале XX вв. (составлно автором по данным [2].

В начале XIX века самой густонаселенной частью города была территория в границах Кремля и Китай-города: плотность населения здесь составляла более 100 чел/га (10000 чел/км^2). В конце XIX в, согласно карте плотности населения 1887 года [4: лист 3], наибольшая концентрация населения наблюдалась в центральной части Москвы (до Садовых улиц), сравнительно с ее окраинами. Особенно слабо населенным представляются внешний пояс и удаленная от центра часть Замоскворечья [6, с. 54]. В начале XX века максимальная плотность населения в пределах Белого города, Земляного города, Заяузья, Замоскворечья и территории севернее Земляного города – 200-500 и выше чел/га. Тогда как в начале XIX века, на этой же территории средняя плотность населения была всего 50-100 чел/га, а в Замоскворечье максимальная плотность населения не превышала 50 чел/га.

Особенности размещения населения в начале XIX века были следующие. Бояре заселяли восточную часть Кремля, Китай-город и Занеглименье. Западную часть Бульварного и Садового колец занимало среднее дворянство. Замоскворечье и Рогожская были «купеческими» районами. Ремесленники и мануфактурные рабочие следовали в своем расселении за сетью мануфактурных предприятий и ремесленных слобод [2, с. 76].

В конце XIX - начале XX вв. размещение социальных групп населения несколько изменилось.

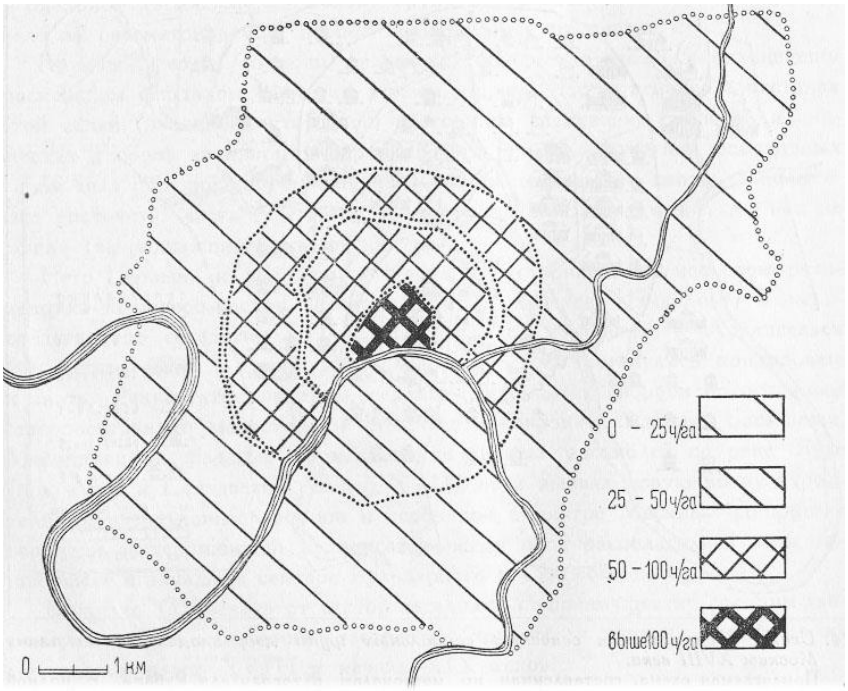


Рис. 2. Плотность населения Москвы на начало XIX в. [2, с. 73].

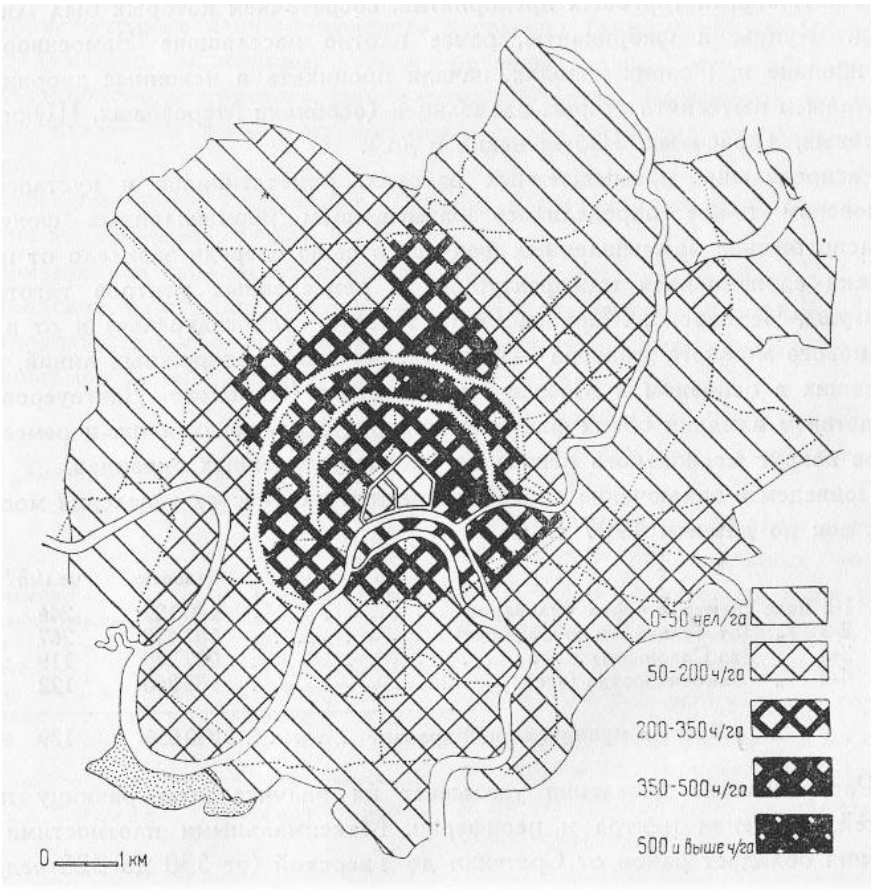


Рис. 3. Плотность населения Москвы на начало XX в. [2, с. 130].

В пределах Садового кольца поселились господствующие группы населения и примыкавшие к ним средние слои. Западный сектор в пределах обоих колец заселился чиновниками и лицами свободных профессий, т.к. они тяготели к административным и культурным учреждениям, сосредоточенным в

центре Москвы. Восточный сектор Бульварного и Садового колец заселился служащими торговых предприятий, сосредоточением которых был Китай-город [2, с. 129]. Кроме этого, купцы и фабриканты, которые заселяли Замоскворечье начали перебираться ближе к центру.

Окраины были заселены рабочими и ремесленниками, в связи с тем, что именно здесь были сосредоточены основные промышленные фокусы. А расположение промышленных фокусов в свою очередь зависело от исторически сложившихся мануфактурных и ремесленных центров тяготения (Черкизово, Марьина Роща, Пресня, Замоскворечье), и влиянием нового мощного фактора – направления железнодорожных линий, подходивших в основном к Москве с юго-востока (Симоново, Дангауеровка) [2, с. 129]. Соответственно, создавался контраст в условиях жизни населения между центральными и окраинными частями города.

Таким образом можно сказать, что контраст в размещении, плотности и профессиональной деятельности между центральными и периферийными районами Москвы был заметен уже в начале XIX в.

Литература

[1] *Воронова Т.С.* Особенности распределения и условия жизни населения в Москве в конце XIX – начале XX вв. / Сборник научных трудов к 10-летию кафедры экономической географии и социальной экологии МГПУ «Социально-экономическая география в условиях постиндустриально-го и постсоветского развития». – М.: МГПУ, 2010. – С.126-132.

[2] *Гольденберг П, Гольденберг Б.* Планировка жилого квартала Москвы в XVII, XVIII и XIX вв. М., Л.: Главная редакция строительной литературы, 1935. – 179 с. URL: https://dlib.rsl.ru/viewer/01005274646#?page=201

[3] *Нистрем К.М.* Московский адрес-календарь, для жителей Москвы: составлен по официальным документам. - М., 1842. – 117 с.

[4] Статистический атлас города Москвы. Площадь Москвы, население и занятия. – М.: Московская городская типография,1887 URL: http://bookre.org/reader?file=736125&pg=1

[5] Статистический ежегодник г. Москвы и Московской губернии, 1914-1923 гг. Вып. 2 : Статистические данные по г. Москве за 1914-1925 гг. Сост. Стат. отд. Моск. совета. - М., 1925-1926. – 279 с. URL: http://elib.shpl.ru/ru/nodes/46496-vyp-2-statisticheskie-dannye-po-g-moskve-za-1914-1925-g-g-1927

[6] *Татарина Т.С.* Историко-географический и геоэкологический анализ условий жизни населения в крупнейшем городе (на примере Москвы конца XIX - начала XXI вв.): диссертация ... кандидата географических наук. - Москва, 2006. - 168 с.

S u m m a r y. The growth of cities territory always entails a change in the number and density of the population, affects the placement of the population within its borders. The analysis of these indicators and processes is of great interest if they are considered in different historical periods.

ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И ИСТОРИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ ЛАНДШАФТОВ (НА ПРИМЕРЕ ЦЕНТРАЛЬНЫХ И ВОСТОЧНЫХ РЕГИОНОВ ЕВРОПЫ)

А.А. Герцен *, С.К. Костовска *, Т.П. Нестерова**, Е.Г. Паскарь***
**ИГ РАН, г. Москва, gerzen@igras.ru, mailto:andrulea@mail.ru, silvakos@igras.ru*
***Институт культурного наследия Академии наук Молдавии, г. Кишинёв, neste2003@list.ru,*
****Молдавское историко-географическое общество, г. Кишинёв, istgeo@mail.ru.*

ECO-GEOGRAPHICAL AND HISTORIC-GEOGRAPHICAL STUDY OF THE MODERN STRUCTURE OF LANDSCAPES (EXAMPLES OF THE CENTRAL AND EASTERN REGIONS OF EUROPE)

A.A. Herzen *, S.K. Kostovska *, T.P. Nesterova**, E.G. Paskari***
**Institute of Geography of Russian Academy of Sciences, Moscow*
***Institute of Cultural Heritage of Academy of Sciences of Moldavia, Kishinev*
****Moldavian Historic-Geographical Society, Kishinev*

Аннотация. В статье обращено внимание на необходимость изучения историко-географических ландшафтов на основе историко-географических подходов, полимасштабного историко-географического и эколого-географического анализов. Рассмотрен топонимический компонент – важнейший индикатор ландшафта. Представлены отдельные результаты работ по изучению перенесенных топонимов.
Ключевые слова: историко-географический ландшафт, Северо-Западное Причерноморье, топонимы.

Введение

Достоверные и полноценные представления о современной структуре ландшафтов какого-либо региона невозможно получить без проведения историко-географических и эколого-географических исследований, позволяющих выявить определенную логику их преобразования, а также размещения различных объектов, в т.ч. культурного наследия. Наиболее наглядно данные закономерности проявляются в пограничных регионах, у границ различного типа. Природно-этноисторические, этноисторические, этнические, природные, природно-этнические, природно-исторические границы позволяют учесть синтез природных, геометрических, этнических и исторических свойств территории [5]. Например, границы речных бассейнов в силу этнической спецификации расселения и хозяйственной деятельности в доиндустриальную эпоху для горных, лесных и лесостепных ландшафтов и населяющих их народов играли определяющую роль, в то время как для степных и приморских народов – второстепенную. Примерами в этом отношении могут служить памятники фортификационного и культового каменного зодчества, строительство и функционирование которых сопряжено с военнооборонительными задачами, обусловлено стратегическими факторами, а потому имеет строгую географическую привязку.

Систематизированные сведения о природных ландшафтах, сформированных в них историко-географических областях, их исторических центрах, основных вехах политической истории и проживающих в них этнических группах, учитывают многочисленные феномены и факторы,

определяющие важнейшие особенности историко-географических ландшафтов, а также позволяют понять закономерные взаимосвязи между ними. Историко-географические ландшафты, характеризующиеся однородными природными и антропогенными особенностями, формируют крупные историко-географические бассейны, представляющие собой интегральные природно-антропогенные геосистемы [2].

Объекты и методы

Ландшафты Центральной и Восточной Европы послужили объектом многолетних исследований авторов. Одним из главных модельных регионов в этом отношении выступает Северо-Западное Причерноморье. Природа Северо-Западного Причерноморья отличается чрезвычайным своеобразием, что неоднократно отмечали В.В. Докучаев, Г.И. Танфильев, Л.С. Берг и многие другие выдающиеся исследователи. Орографические и климатические особенности обусловили формирование здесь в голоцене трех зональных типов природных зон умеренного пояса – широколиственных лесов, лесостепи и степи. Для Карпатской горной страны характерен лиственно-смешанно-хвойнолесной-луговой тип высотного спектра, соответственно сменяющих друг друга природных комплексов. Обширные понижения крупных речных долин и плоских низменностей, выраженные на местности и в масштабе карты, заняты интразональными заболоченными участками. Особенно это свойственно для таких крупных рек, как Дунай, Днестр, Прут, Сирет, Яломица, Олт, Тиса и других. Сопоставление границ природных зон и речных бассейнов позволило создать карту историко-географических ландшафтов – подлинного театра исторических действий. Именно в них разворачиваются исторические события, определяющие судьбы обществ, формируются системные условия их существования и эволюции. Именно их подразумевал Л.Н. Гумилев, говоря о вмещающем этнос ландшафте. Именно изучением ландшафтов исторического прошлого, полагал Л.С. Берг, занимается историческая география. В зависимости от уровня охвата географического пространства можно выделить макро-, мезо- и микрорегиональные подразделения историко-географических ландшафтов, расположенные, соответственно, в бассейне крупной, средней или небольшой реки [2].

Историко-географический подход в топонимических исследованиях опирается на комплексный научно-аналитический подход, охватывающий географические, исторические и лингвистические методы. Историки, географы, лингвисты давно обратили внимание на проблему перенесенных топонимов, а начиная со времён В.Н. Татищева, В.И. Даля, Н.П. Барсова стали разрабатывать научные подходы к её решению. Большой вклад в фундаментальные исследования по исторической географии и топонимике внесли отечественные и зарубежные ученые М.Р. Фасмер, М.Н. Тихомиров, А.Н. Насонов, И.А. Витвер, В.К. Яцунский, В.А. Никонов, С. Роспонд, Б.А. Рыбаков, Э.М. Мурзаев, Л.Н. Гумилев, Г.М. Лаппо, В.П. Максаковский, В.В. Седов, Е.М. Поспелов, Я.Е. Водарский, В.С. Жекулин, В.Н. Топоров, А.В. Суперанская, О.Н. Трубачев, А.В. Постников, Р.А. Агеева, В.П. Нерознак,

А.В. Барандеев, В.Л. Васильев и другие академические исследователи, многие из которых допускали возможность или даже настаивали на достоверности решения этимологических задач с учетом перенесения и воспроизводства топонимов в результате миграционных процессов.

Предметом исследований географов становились собственно географические объекты, пусть даже меняющие местоположение и сохраняющие названия. Одноименные и схожие по звучанию топонимы, стабильные, существующие поныне, либо достоверно зафиксированные прежде, особенно со сложной этимологией и не всегда ясной историей, объектом исследований географов не становились. Топонимы, за которыми устойчиво закрепилось представление о их перенесенном характере, многократно и пристально рассматривались историческими и, в особенности, лингвистическими методами. При этом собственно географические методы фактически не применялись [3].

Комплексный историко-географический подход позволяет представить историко-географические ландшафты как целостные природно-антропогенные геосистемы, изучение которых интегрирует уже накопленные знания различных научных отраслей, а также дает основу для дальнейших географических, исторических, этнографических, культурологических и других научных и практических исследований. Высокое разнообразие историко-географических ландшафтов вместе со сформированными в них историко-географическими регионами в результате многовекового исторического процесса привело к их существенным этническим и религиозным различиям, многоукладности, значительной пестроте идентичностей и политических предпочтений, богатому культурному наследию [2].

Полимасштабный историко-географический анализ предполагает различный пространственно-временной уровень детализации и систематизации природного и историко-культурного наследия, этапов его эволюции, географических факторов обусловивших конкретные этногенетические и культурологические процессы.

В свою очередь эколого-географический анализ региона, в т.ч. староосвоенного, позволяет выявить совокупности тех природных факторов, которые имели и имеют наиболее важное значение для жизнеобеспечения человека, существующего на исследуемой территории, или осваивающего его. Наличие тех или иных показателей эколого-ресурсного потенциала территории определяет в дальнейшем, как степень ее освоения, так и виды использования земель. Характеристика экологического состояния территории старого освоения предполагает проведение анализа проблем на основе крупномасштабных материалов, что дает возможность детально рассмотреть наиболее характерные черты природы и экологические проблемы, присущие исследуемому региону [1].

Обсуждение результатов

Выявленный историками и лингвистами феномен – одноименные топонимы ставит перед географами ряд вопросов: имеется ли в этих

одноименных топонимах взаимосвязь; существует ли определенная система в их распространении; обнаружится ли при полимасштабном картографическом анализе географическая система – особый топонимический территориальный комплекс и ряд других.

Перенесенные топонимы представляют собой уникальное географическое явление, хранящее чрезвычайно интересную и полезную историческую и лингвистическую информацию, а в своей совокупности формирующее основу топонимического компонента историко-географического ландшафта.

Выявление и понимание структуры топонимического компонента (топонимического ландшафта) продуктивно и даже возможно только при применении комплексного историко-географического подхода, когда учитываются не только история вопроса, время фиксации того или иного географического названия, отдельные филологические особенности онимов как единиц языка, но и географические факторы и все обстоятельства в целом. И охват распространения явления на макрогеографическом уровне, и топографические особенности местности, и сам неразрывно связанный с ней топонимический компонент не существуют отдельно от историко-географического контекста, формирующего в результате длительной эволюции целостные историко-географические ландшафты.

Топонимический компонент – это важнейший индикатор ландшафта, а историко-географическая реконструкция этапов и стадий его развития позволяет понять эволюцию ландшафта в целом, выявить ландшафтообразующие элементы, ценнейшие объекты наследия, основы устойчивости многокомпонентных комплексов, в которых существуют современные социально-экономические и культурологические системы, формирующие своеобразную экологическую обстановку на занимаемых ими территориях. Топонимические индикаторы нагляднейшим образом иллюстрируют конкретные историко-географические обстоятельства миграционных процессов, о чём многие десятилетия спорили историки и лингвисты, догадываясь об их возможно большом значении, но не получая прямых доказательств со стороны географов [3].

Исследование пространственной структуры современного хозяйственного использования территории, а именно различных видов использования земель в наибольшей степени отражающих общий ход процесса антропогенизации природы и возникновение тех изменений природы, которые воспринимаются как экологические проблемы, позволяет судить о влиянии технической и населенческой нагрузок в границах историко-географических ландшафтов.

Комплексные исследования на основе полимасштабного подхода были проведены на макрорегиональном уровне в рамках специальных топонимических изысканий (географические названия с основами *Молдав-/Молдов-* в пределах Центральной Европы и Балкан), а в Северо-Западном Причерноморье – на мезо- и микрорегиональном уровне – для историко-географического ландшафта Среднего Днестра, характеризующегося чрезвычайно высокой концентрацией памятников природного и культурного

наследия, формирование которых обусловлено одновременно пограничной и связующей ролью реки.

На сегодняшний день в мире выявлено более 110 топонимов с основами *Молдав-/Молдов-* (*Moldov-, Muldav-, Molodov-, Mlodav-* и другие формы лингвистически близкие и генетически родственные, обнаруживающие историко-географическую взаимосвязь между собой), существующих ныне, либо зафиксированных ранее. Основная часть из них распространена в Центральной Европе – от Альп до Прибалтики и Причерноморья, демонстрируя весьма широкую распространенность данной топонимической основы и в то же время её четкую географическую приуроченность к Балтийско-Герцинско-Карпатско-Балканскому ареалу. В Центральной Европе обнаруживается несколько групп местностей, где встречаются топонимы с основами на *Молдав-/Молдов-*. Однокоренные топонимы, системно образующие четыре крупных региона – западный (охватывающий территории Германии, Чехии, Австрии, Словакии и Венгрии), центральный (Молдавию, юго-запад Украины, северо-запад Румынии), южный (юг Румынии, восток Сербии, запад Болгарии), северный (Польша, западная часть Украины, Белоруссия, западная часть России и восточная часть Эстонии), сгруппированные в 10 кластеров (топонимических ареалов): Саксонский, Богемский, Словацко-Венгерский, Польский, Галицко-Волынский, Белорусский, Российско-Эстонский, собственно Молдавский, Валашский и Дунайско-Балканский. Все кластеры приурочены к горно-долинным ландшафтам Центрально-Европейского региона [4].

Выводы

Выявленные многочисленные совпадения в ряду перенесённых и сопутствующих им топонимов свидетельствуют о закономерном порядке их распространения и формирования целостных топонимических систем – топонимического компонента историко-географических ландшафтов. Историко-географические реконструкции невозможны вне ландшафтного подхода, таким образом, исторические сентенции, нивелирующие географический фактор, так и остаются гипотетичными. В то же время, популярные среди топонимистов гипотезы о том, что географические названия могут играть роль аутентичных и весьма эффективных маркеров маршрутов миграций племен и иллюстрировать сквозь века наследие этих миграций несомненно подтверждается.

«Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-05-00533 А».

Литература

[1] *Антипова А.В., Кочуров Б.И., Костовска С.К.* Предвидение экологических ситуаций на базе прогноза исторического развития. / История и современность. 2007. № 2. С. 3-25.

[2] *Герцен А.А.* Историко-географические ландшафты Северо-Западного Причерноморья. / Вопросы географии. – 2013. № 136. – С. 228-242.

[3] *Герцен А.А.* Историко-географический контекст перенесённых топонимов. / Вопросы географии. – 2018. № 146. – С. 27-73.

[4] *Паскарь Е.Г., Герцен А.А.* Топоним Молдавия: древнейшие упоминания и новые этимологии. / Русин. 2016. № 1 (43). С. 9-35.
[5] Российское пограничье: вызовы соседства. / Под ред. В.А. Колосова – Москва: ИП Матушкина И.И., 2018 – 562 с.

S u m m a r y. The article draws attention to the need to study of historic-geographical landscapes based on historic-geographical approaches, poly-scale historic-geographical and eco-geographical analyzes. The toponymic component is considered – the most important indicator of the landscape. Separate results of studies on transferred toponyms are presented.

ЛАНДШАФТНО-АРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СРЕДНЕМ ТЕЧЕНИИ Р. ЭРЭГТИЙН-ГОЛ (СЕВЕРО-ЗАПАДНАЯ МОНГОЛИЯ)

А.Б. Глебова*, И.С. Сергеев **, К.В. Чистяков *
**СПбГУ, Институт наук о Земле, г. Санкт-Петербург, a_glebova@mail.ru*
***СПбГУ, Институт наук о Земле, ФГБУ «ВНИИОкеангеология», г. Санкт-Петербург, igorsergeev.spb@gmail.com*

THE LANDSCAPE-ARCHAEOLOGICAL RESEARCH IN THE MID- CHANNEL THE RIVER ERAGTYN-GOL (NORTH-WEST MONGOLIA)

A.B. Glebova, * I.S. Sergeev **, K.V. Chistyakov *
** SPbU, Institute of Earth Sciences, St. Petersburg*
*** SPbU, Institute of Earth Sciences, FSBI «VNIIOkeangeologia», St. Petersburg*

Аннотация. Статья посвящена анализу ландшафтной приуроченности археологических памятников, расположенных в среднем течении р. Эрэгтийн-Гол (Северо-Западная Монголия). Для проводимого анализа на основе полевых исследований в формате ArcGIS 10.1 составлены схема расположения археологических памятников и ландшафтная карта.
Ключевые слова: ГИС, ландшафтная карта, археологические памятники, Северо-Западная Монголия.

Введение

Ландшафтные особенности оказывали огромное влияние на процессы расселения человека в древности. В полной мере это относится и к территории северо-западной Монголии. Традиционные режимы природопользования вырабатывались под влиянием как изменяющихся под действием естественных и антропогенных факторов природных условий, так и индивидуальных ландшафтных предпочтений разных этносов. В силу отсутствия прямых письменных свидетельств о событиях прошлого, мы можем судить о ландшафтных предпочтениях разных этносов, культуре и хозяйственной деятельности населения в разные исторические периоды по сохранившимся археологическим памятникам. Для этого необходимо проводить историко-ландшафтные исследования. Статья посвящена анализу ландшафтной приуроченности археологических объектов, расположенных в среднем течении р. Эрэгтийн-Гол (Северо-Западная Монголия).

Регион исследования, объекты и методы

Территория исследования расположена в пределах Баян-Улгийский аймака. Большую часть аймака занимают горы Монгольского Алтая.

Ландшафтные исследования проводились в окрестностях горного массива Цамбагарав (вершина г. Цаст уул (4208 м)), ландшафтно-археологические исследования – в среднем течении р. Эрэгтийн-Гол. Река Эрэгтийн-Гол берет свое начало в том числе и от ледников Цамбагарава, расположенных на северной стороне горного узла. Река Эрэгтийн-Гол впадает в р. Хавуал-Гол, который является правым притоком р. Кобдо-Гол. Сейчас у подножий горы Цаст уул живут в основном монголы-олеты, потомки многочисленных некогда джунгарских племен. По легенде олетов когда-то один человек по имени Цамба поднялся на вершину горы и исчез. Теперь они называют гору Цамбагарав, что в переводе на русский язык означает: «Цамба вознесся».

Ландшафтная карта составлена на основе полевых исследований. При составлении ландшафтных описаний фиксировались: морфометрические характеристики рельефа (крутизна склона, экспозиция, абсолютная высота), состав четвертичных отложений, характеристики растительного покрова (видовой состав, проективное покрытие) и почвенного покрова (выделялись почвенные горизонты, описывались их цвет, структура, гранулометрический состав, щебнистость и др.). Для создания ландшафтной карты в дальнейшем использовалась цифровая модель рельефа (ЦМР), данные глобальной цифровой модели поверхности Земли [1]. Исходный растр имел цифровое разрешение 30 м, с погрешностью до 15 м. Цифровое разрешение растра при его обработке было уменьшено до 50 м. Данное цифровое разрешение растра позволило составить ландшафтную карту в масштабе: 1:50000. В ходе работы принята следующая классификационная модель местоположений: среднегорье – от 1000 до 2200 м, высокогорье – более 2200 м; склоны северной экспозиции – от 0° до 45° и от 315° до 360°, склоны восточной экспозиции от 45° до 135°, склоны южной экспозиции от 135° до 225°, склоны западной экспозиции от 225° до 315°; плоские поверхности – уклоны от 0° до 3°, пологие склоны – от 3° до 10°, склоны средней крутизны – от 10° до 25°, крутые склоны – уклоны более 25°. В дальнейшем ландшафтные контура уточнялись по космическим снимкам высокого разрешения и топографическим картам масштабом: 1:100000. Ландшафтная структура территории исследования рассматривается на уровне геосистем ранга урочище (рис. 1).

С помощью GPS-навигатора были определены координаты 70 археологических памятников, расположенных в долине р. Эрэгтийн-Гол на участке протяженностью около 10 км (рис. 2). Датировки памятников требуют дальнейших уточнений, поэтому в данной работе мы рассматриваем их расположения в ландшафтах, не разделяя на исторические периоды, в которые они создавались.

Обсуждение результатов

На территории исследования наибольшие площади занимают высокогорные склоны горных хребтов средней крутизны (крутизна склонов от 10° до 25°) южной экспозиции, сложенные делювиальными, местами ледниковыми отложениями с мелкодерновинно-злаково-полынными каменистыми степями на каштановых почвах, иногда с травяными тундрами

(21) – 14% (рис. 1). Высокогорные пологие склоны (крутизна склонов от 3° до 10°) горных хребтов северной экспозиции, сложенные делювиальными, местами ледниковыми и солифлюкционными отложениями с мелкодерновинно-злаково-полынными каменистыми степями на каштановых почвах, иногда с травяными тундрами, местами с мерзлотные бугры с лаготисово-осоковыми сообществами распространены на 10% района исследования (17). По 9% занимают высокогорные пологие склоны (крутизна склонов от 3° до 10°) горных хребтов южной экспозиции, сложенные делювиальными, солифлюкционными, местами ледниковыми отложениями с многочисленными выходами валунов с мелкодерновинно-злаково-полынными каменистыми степями на каштановых почвах, травяными тундрами на горно-луговых почвах, местами встречаются мерзлотные бугры с лаготисово-осоковыми сообществами (13) и склоны горных хребтов средней крутизны (крутизна склонов от 10° до 25°) северной экспозиции, сложенные делювиальными, местами ледниковыми отложениями с мелкодерновинно-злаково-полынными каменистыми степями на каштановых почвах, иногда с травяными тундрами (25). Остальные ландшафты занимают менее 8% площади.

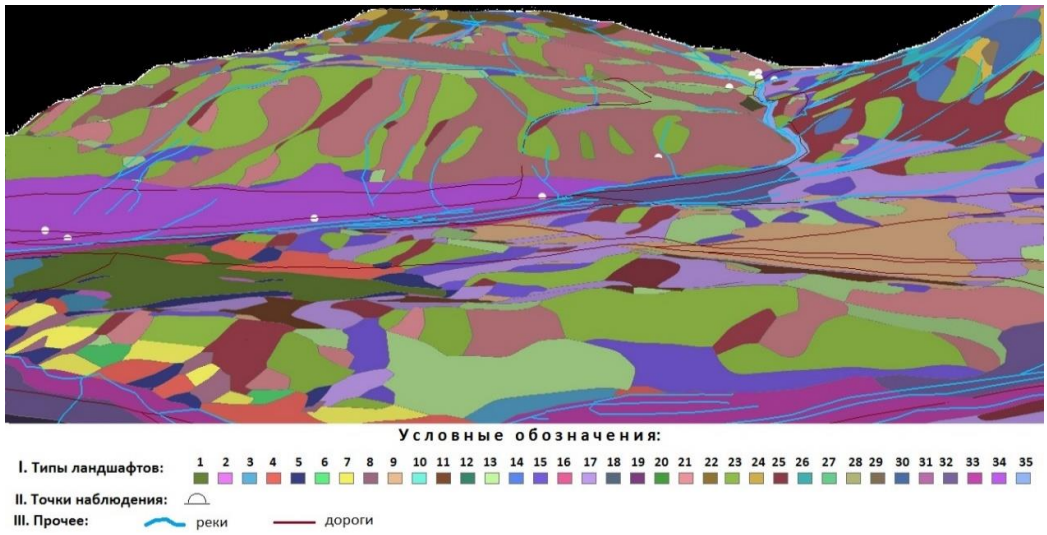


Рис. 1. Фрагмент ландшафтной карты среднего течения р. Эрэгтийн-Гол (проекция в 3D модели).

Большинство археологических памятников, расположенных в среднем течении р. Эрэгтийн-Гол – это курганы, диаметром от 2 до 8 м (29%) (рис. 2). Также много небольших курганов, диаметром 1-2 м (20%). Курганов, диаметром 9-14 м – 14%, а более 15 м – 13%. Встречается 2 херексура, с квадратной оградкой (3%), вал, оградки (3%). Около херексуров встречаются поминальные сооружения – 8%. Необычным было обнаружения прямоугольных оградок 1-1,5 х 6 м (9%), которые, скорее всего, являются захоронениями коней.

В высокогорьях на пологих склонах (крутизна склонов около 3°) горных хребтов южной экспозиции, сложенных делювиальными отложениями с мелкодерновинно-злаково-полынными степями на каштановых почвах (на рис. 3 обозначение - 1) расположено 14% археологических памятников, это в

основном небольшие курганы, диаметром до 2 м и три кургана до 14 м в диаметре (рис. 3). Курганы представляют собой цепочки и расположены недалеко от реки по дороге с Цамбагарава в долину р. Эрэгтийн-Гол.

Три небольших кургана диаметром до 6 м встречаются в нижней части склона горного хребта средней крутизны (крутизна склонов около 10°) южной экспозиции, сложенного делювиальными отложениями с мелкодерновинно-злаково-полынными каменистыми степями на каштановых почвах (на рис. 3 обозначение - 2).

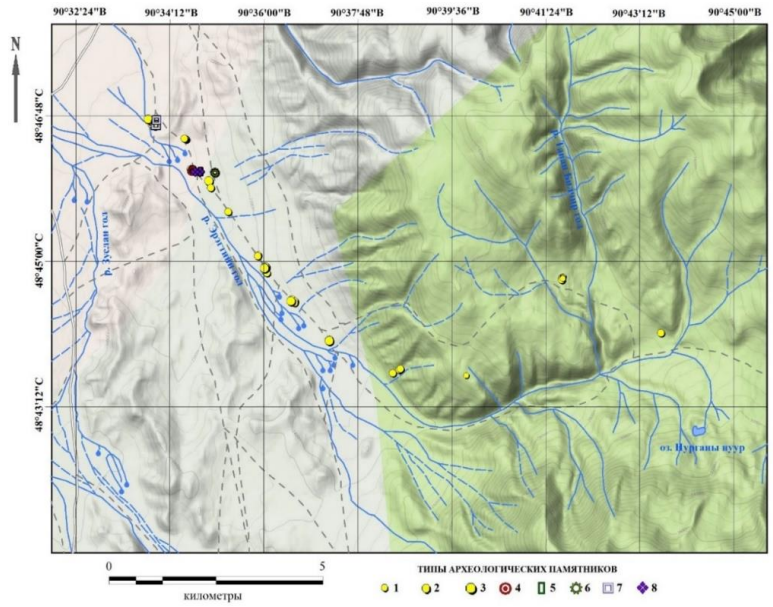


Рис. 2. Схема расположения археологических памятников в среднем течении левого берега р. Эрэгтийн-Гол. *Типы археологических памятников*: 1 – курганы диаметром 1-2 м; 2 – курганы 2-14 м; 3 – курганы более 15 м; 4 – херексуры; 5 – валы; 6 – поминальные сооружения; 7 – оградки; 8 – прямоугольные выкладки 1х6 м. (захоронения коней?).

Подавляющее большинство памятников (82%) расположено на древней речной террасе с полынно-мелкодерновинно-злаковыми и полынными каменистыми степями на каштановых почвах (на рис. 3 обозначение - 3). На современном этапе растительность практически выгорела и частично вытоптана скотом (рис. 4).

Выводы

Расположение памятников в долине р. Эрэгтийн-Гол не случайно, пойма реки очень широкая с разнотравно-злаковыми лугами. Луга являются хорошими пастбищами для домашнего скота. Сейчас в пойме находится целый поселок из юрт, активно идет выпас скота. В древние времена население также использовало пойменные ландшафты для ведения скотоводства. Практически все памятники находятся на древней речной террасе, которая в некоторых местах поднимается на несколько метров от уреза воды, такое расположение обеспечивало сохранность археологических памятников на протяжении тысячелетий. Курганы, как правило, расположены группами или небольшими цепочками. Практически со всех курганов открывается вид на заснеженные вершины Цамбагарава.

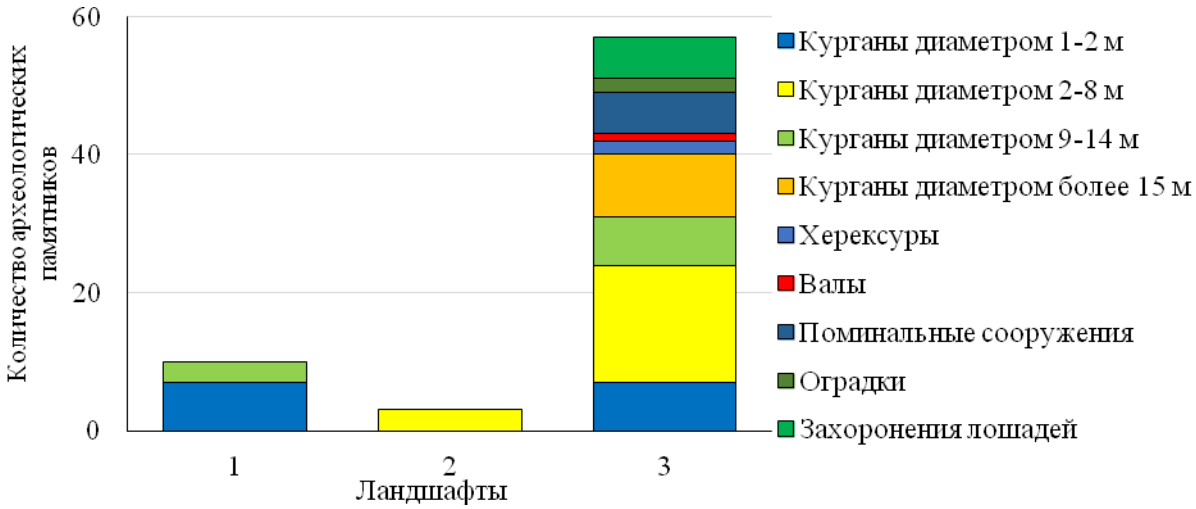


Рис. 3. Распределение археологических памятников по ландшафтам в среднем течении р. Эрэгтийн-Гол.



Рис. 4. Курган, расположенный на левом берегу р. Эрэгтийн-Гол.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержки грантов РФФИ, проект № 18-05-00998, проект № 19-05-00535, проект № 17-33-01159-ОГН, Грант РГНФ, проект № 17-33-01159.

Литература

[1] Сайт Геологической службы США (United States Geological Survey - USGS). http://earthexplorer.usgs.gov/. (дата обращения 18.10.2018).

S u m m a r y. The article is devoted to the analysis of the location of archaeological monuments in landscapes in the mid-channel of the Eregtiin-Gol River (North-West Mongolia). The map of the archaeological sites and landscape map were created on the basis on field research in the ArcGIS 10.1 format for the research.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ ЮЖНОЙ ПЕРИФЕРИИ ВАЛДАЙСКОГО ОЛЕДЕНЕНИЯ В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ

И.М. Греков*, Ю.А. Кублицкий*, Сырых Л.С.*, Д.А. Субетто *, **, П.А. Леонтьев*, Н.В. Соколова*, В.В. Брылкин*, А.В. Орлов*, И.В. Панов*, А.А. Новик***, В.П. Зерницкая****, Б.П. Власов***, Н.Ю. Суховило***, Т.В. Напреенко-Дорохова*****, Д.Д. Кузнецов******.

**РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург, ivanmihgrekov@gmail.com*
***Институт Водных проблем Севера КарНЦ РАН*
****Белорусский государственный университет, Республика Беларусь*
*****Институт природопользования НАНБ, Республика Беларусь*
******Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград*
*******Институт Озероведения РАН, Санкт-Петербург*

PRELIMINARY RESULTS OF NATURAL CONDITIONS CHANGES IN THE SOUTH PERIPHERY VALDAI IN LATE PLEISTOCENE AND HOLOCENE

I.M. Grekov*, U.A. Kublitsky*, L.S. Syrykh*, D.A. Subetto *, **, P.A. Leontev*, N.V. Sokolova*, V.V. Brylkin*, A.V. Orlov*, I.V. Panov*, A.A. Novik***, V.P. Zernitskaya****, B.P. Vlasov***, N.U. Syhovilo***, T.V. Napreenko-Dorokhova*****, D.D. Kuznetsov******.

** Herzen State Pedagogical University, St. Petersburg*
***NWPI KarRC RAS*
****Belarusian State University, Republic of Belarus*
*****Institute of Nature Management of NASB, Republic of Belarus*
******Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad*
*******Institute of Lake Science RAS, Saint-Petersburg*

Аннотация. Палеогеографические реконструкции имеют особое значение в условиях современных климатических изменений, поскольку прогнозирование последних моделируется на основе данных о природных событиях прошлого. Развитие природной среды южной периферии Валдайского оледенения в поздне- и послеледниковье изучено в основном локально, поэтому возникает необходимость комплексного исследования плейстоцен-голоценовой истории рассматриваемой территории. Реализуемый авторами проект направлен на определение пространственно-временных особенностей развития окружающей среды последних 14 000 лет и корреляцию основных палеогеографических событий на основе изучения донных отложений озер и болот.

Ключевые слова: палеогеография, поздний плейстоцен, голоцен, Валдайское оледенение, донные отложения

Введение

Российско-белорусский проект РФФИ 18-55-00008 «Межрегиональная пространственно-временная корреляция развития окружающей среды южной периферии Валдайского (Поозерского) оледенения в позднеледниковье и в голоцене» направлен на пространственно-временную корреляцию основных палеогеографических событий за последние 14 000 лет на Северо-Западе Восточно-Европейской равнины. Для современных палеогеографических исследований отложений позднеледниковья и голоцена характерен комплексный подход и подробная временная детализация получаемых данных. Наиболее перспективными можно считать междисциплинарные исследования,

основанные на тесном взаимодействии специалистов в области естественных наук (ботаники, зоологии, почвоведения, геохимии, болотоведения, геоморфологии, ландшафтоведения, радиоуглеродного датирования и др.). В настоящее время активное развитие получило направление интеграции и корреляции разрозненных палеогеографических материалов, с целью установления пространственно-временных взаимосвязей природно-климатических изменений. Тенденция к объединению комплексных палеогеографических данных с высокодетализированной хронологической привязкой выводит понимание динамики природных процессов на принципиально новый уровень, поскольку появляется возможность проследить направление и хронологию этих изменений

Регион и объекты исследования

Исследования проводятся на южной периферии Валдайского (Поозерского) оледенения. Рассматриваемая территория: Калининградская, Смоленская области РФ, Республика Беларусь [4]. Источниками палеогеографической информации являются изученные ранее колонки донных отложений озёр и болот, а также собственные палеолимнологические материалы авторов.

Методы исследования

Для решения поставленных задач выполняется комплексный анализ кернов донных отложений озер и болот. Сопоставление результатов широкого спектра современных палеолимнологических методов (радиоуглеродное датирование методом AMS, хирономидный, палинологический, геохимический анализы и др.) позволяет свести к минимуму возможные погрешности отдельных анализов, проследить взаимосвязи и возможную асинхронность изменений окружающей среды, определяемых частными аналитическими методами.

За первый год реализации проекта выполнен аналитический обзор палеогеографических исследований, проведенных на территории южной периферии Валдайского (Поозерского) оледенения, выбраны ключевые разрезы, по которым будет строиться общая реконструкция природных условий в позднем плейстоцене и голоцене.

Результаты аналитической обработки литературных и фактических материалов оформлены в информационную базу данных (MS Excel), объекты которой могут быть экспортированы в любую геоинформационную систему (ГИС) для дальнейшей работы. В настоящее время геоинформационной оболочкой для базы данных (БД) служит онлайн-сервис ArcGis Online. Использование предложенной БД позволит специалистам оперативно находить необходимую информацию о палеогеографических исследованиях на указанной территории с возможностью выборки по предусмотренным критериям.

В целях дополнения недостающих для комплексной реконструкции палеогеографических сведений проводятся полевые работы, а также аналитические исследования имеющегося у авторов материала. В феврале 2019

года организована палеолимнологическая экспедиция с отбором кернов донных отложений болота в окрестностях озера Зароновское, Витебская область, Республика Беларусь. Также проведен разбор на образцы колонок донных отложений торфяника, расположенного в долине реки Сертейки, Смоленская область, РФ (13,5 м, более 300 образцов для каждого вида анализа), согласно разработанному плану выполняются лабораторные анализы.

Результаты и обсуждение

Созданная база данных включает 76 объектов. Для 73 разрезов имеются результаты палинологического анализа, геохронологическую привязку имеют 49 объектов, для 10 колонок выполнен анализ ботанического состава торфов и геохимический анализ, для трёх кернов – диатомовый анализ. Картографический материал к базе данных размещён на онлайн-ресурсе ArcGis Online: режим доступа http://arcg.is/fDf9P.

Территория Калининградской области обеспечена 96 радиоуглеродными датами на 12 объектов, территория Республики Беларусь – 124 датировки на 34 объекта, Смоленская область – 62 датировки на 4 объекта. К наиболее детально и комплексно изученным разрезам относятся оз. Камышовое (Калининградская область) [1, 3], оз. Старое и оз. Лозовики (Республика Беларусь), колонки из долины р. Сертейки, Смоленская область (в том числе отобранные авторами керны) [2].

В ходе дальнейшей реализации проекта будет выполнен комплексный лабораторный анализ кернов донных отложений торфяника, расположенного в нижнем течении р. Сертейка – территории, широко известной археологическими памятниками разных эпох. На данный момент получены первые результаты анализа потерь массы образцов при прокаливании. Выполнена пробоподготовка для палинологического и хирономидного анализов. Изучение хирономидных сообществ (Diptera: Chironomidae) позволит провести оценку изменения экологических условий как самого водоема, так и его водосбора. Для привязки к хронологической шкале ключевых горизонтов колонок донных отложений были отправлены на радиоуглеродное AMS датирование 6 образцов. Полученные результаты позволят выявить особенности озёрного седиментогенеза, реконструировать изменения растительности и климата данной территории.

Выводы

В настоящее время работа над проектом продолжается: выполняются лабораторные исследования и интерпретация полученных результатов для получения сведений о слабо исследованных с палеогеографической точки зрения районах.

Для комплексной реконструкции изменений природных условий южной периферии Валдайского (Поозерского) оледенения будет выбрана общая стратиграфическая схема периодизации позднеледниковых и голоценовых этапов, построена корреляция региональных палинохроностратиграфических схем. Ожидается выявление естественной и антропогенно-обусловленной эволюции окружающей среды по субширотному трансекту; создание общей

концепции динамики окружающей среды в районе исследования в течение основных палеогеографических событий последних 14 000 лет.

Благодарности

Исследования проводятся при финансовой поддержке РФФИ Бел_а 18-55-00008 и БРФФИ-РФФИ № Х18Р-037.

Литература

[1] *Кублицкий Ю.А., Субетто Д.А., Дружинина О.А., Арсланов Х.А., Сходнов И.Н.* Палеоклиматическая реконструкция изменений природно-климатических обстановок в конце плейстоцена и голоцене в Юго-Восточной части Балтийского региона по данным литологического анализа и динамике потерь при прокаливании. / Общество. Среда. Развитие. – 2014. No 2 (31). – 179-184 с.

[2] *Кублицкий Ю.А., Сырых Л.С., Греков И.М., Субетто Д.А., Леонтьев П.А., Соколова Н.В., Брылкин В.В., Орлов А.В., Панов И.В., Новик А.А., Власов Б.П., Суховило Н.Ю., Зерницкая В.П., Напреенко-Дорохова Т.В., Кузнецов Д.Д.* Систематизация палеогеографической информации на примере создания базы данных исследований южной периферии Валдайского оледенения. / Общество. Среда. Развитие. – 2018, № 4. – С. 125-132.

[3] *Druzhinina, O., Subetto, D., Stančikaitė, M., Vaikutienė, G., Kublitsky, J., Arslanov, Kh.* Sediment record from the Kamyshovoe Lake : history of vegetation during late Pleistocene and early Holocene (Kaliningrad District, Russia). Baltica. – Vilnius, 2015. № 28 (2). – pp. 121-134.

[4] *Kublitskiy, Y. Subetto, D., Vlasov, B., Novik, A., Leontev, P., Grekov, I., Syrykh, L., Sokolova, N., Brylkin, V.* The reconstruction of the environmental development on southern periphery of the Valdai (Poozerie) glaciation in the Late Glacial and Holocene. / Lateglacial-Interglacial transition: glaciotectonic, seismoactivity, catastrophic hydrographic and landscape changes: INQUA Peribaltic Working Group Meeting and Excursion 2018 International Scientific Conference and School for Young Scientists, 19 - 25 August 2018: Excursion guide and Abstracts / edited by Subetto D. A. [et al.]. -Petrozavodsk: Karelian Research Centre of Russian Academy of Science, 2018. - 133 с.: ил. - ISBN 978-5-904704-69-8.

S u m m a r y. Paleogeographic reconstructions are of particular importance in the conditions of current climate change, since the prediction of the latter is modeled on the basis of data from past eras. The development of the natural environment of the border area of the Valdai glaciation has been studied mainly locally. For a comprehensive study of the Pleistocene-Holocene history of this territory, a project was developed aimed at determining the spatial and temporal features and patterns of environmental development of the southern periphery of the Valdai glaciation over the past 14,000 years and correlating the development of the main paleogeographic events for this region.

РОЛЬ ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ОЛЕДЕНЕНИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДА РУССКОЙ ПЛИТЫ

В.Н. Губин, Т.В. Архипенко
Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь,vngubin@mail.ru, arkhipminsk@rambler.ru

THE ROLE OF PLAYOSTOCENE GLACIATIONS IN THE FORMATION OF OIL RESERVES IN THE TERRITORY OF THE WEST OF RUSSIAN PLATE

V. Gubin, T. Arkhipenko
Byelorussian State University, Minsk, Belarus

Аннотация. В статье рассмотрены закономерности формирования залежей нефти под воздействием древнематериковых оледенений. Нагрузка ледяных масс способствовала активизации тектонических движений и систем разломов, изменению гидродинамического режима и тем самым оказала влияние на процессы миграции и аккумуляции углеводородов в осадочной толще. С гляциотектонических позиций наиболее перспективными в нефтеносном отношении являются участки платформенных бассейнов, покрывавшиеся несколькими оледенениями.

Ключевые слова: плейстоценовые оледенения, осадочные бассейны, гляциотектонические комплексы, нефтегазоносные зоны, залежи нефти, космогеологические методы

Введение

Проблема формирования ресурсов углеводородов (УВ) в осадочных бассейнах древних платформ под воздействием плейстоценовых оледенений довольно сложна и требует синтеза комплекса гляциотектонических факторов, определявших генерацию, особенности образования и переформирование нефтяных залежей. Под влиянием ледниковых нагрузок резко увеличивалось геостатическое давление в осадочной толще, что приводило к отжатию флюидов из горных пород и перемещение пластовых вод и УВ в направлении движения ледяных масс. На стадии деградации оледенений и снятия ледниковой нагрузки заметно активизировались гляциоизостатические движения, оказавшие также влияние на формирование зон накопления УВ [1]. При этом пополнялись существующие нефтегазоносные зоны и возникали новые залежи нефти, особенно по периферии, или дистальной области ледниковых щитов. Ширина зон влияния ледников на процессы миграции и аккумуляции УВ возможно достигала от нескольких десятков до первых сотен километров. С гляциотектонических позиций наиболее перспективными в нефтеносном отношении являются участки осадочных бассейнов, покрывавшиеся несколькими оледенениями.

Регион исследований, объекты и методы

Объектами исследования являются осадочные бассейны, расположенные на западе Русской плиты и находящиеся на территории Республики Беларусь.

Обсуждение результатов

В плейстоцене территория запада Русской плиты в пределах Беларуси пятикратно охватывалась покровными оледенениями, приходившими со стороны Фенноскандии. При этом днепровский ледник полностью перекрыл рассматриваемый регион, наревский, березинский и сожский его большую

часть и лишь поозерское оледенение занимало север Беларуси. Геодинамические процессы, вызванные развитием ледниковых покровов, привели к заметному увеличению абсолютных высот рельефа земной поверхности и усилению контрастов геоморфологических форм. Оледенения способствовали активизации тектонических структур в Припятском, Оршанском и Брестском осадочных бассейнах, а также влияли на процессы миграции и аккумуляции УВ. Припятский прогиб относится к одноименной нефтегазоносной области. Перспективы нефтегазоносности Оршанской и Брестской впадин к настоящему времени слабо изучены геофизическими и буровыми работами.

При проведении гляциотектонических реконструкций в пределах осадочных бассейнов Беларуси и установлении закономерностей формирования нефтяных залежей под воздействием покровных оледенений важную роль играют космогеологические методы [2]. На космических снимках (КС) гляциодислокации четвертичных отложений дешифрируются по дугообразной форме в плане и приуроченности к системам ледниковых ложбин. Дуговидные цепи напорных конечных морен образуют языковые комплексы шириной внешних дуг около 15-30 км. В свою очередь сближенные гляциотектонические формы группируются в более массивные краевые пояса, уверенно различаемые на КС. Анализ КС совместно с материалами геологосъемочных работ позволяет выявить пространственные закономерности в размещении, прежде всего, последнего поозерского ледника, проникавшего на территорию северо-востока Оршанской впадины.

В Припятском прогибе по данным структурного дешифрирования КС, в том числе с учетом гляциотектонических критериев, устанавливаются системы разломов, блоковые, блоково-пликативные и пликативные структуры в нефтеносных комплексах верхнедевонских отложений, контролирующие как известные зоны промышленного нефтегазонакопления, месторождения нефти, так и перспективные на залежи УВ участки. Существенное влияние на переформирование залежей УВ в осадочном бассейне оказывали древнематериковые оледенения. Максимальная мощность днепровского ледника здесь достигала 1-1,5 км [3], что создавало значительную нагрузку на продуктивные в нефтеносном отношении толщи девонских отложений. После деградации ледникового покрова территория Припятского прогиба интенсивно воздымалась, оказывая тем самым воздействие на зоны накопления УВ. Нагрузка ледяных масс обусловила активизацию тектонических движений и разломов, изменению гидродинамического режима, что способствовало заключительному переформированию нефтяных залежей. Гляциотектонические процессы оказали влияние на генерацию УВ и образование залежей нефти в подсолевом, межсолевом и верхнесоленосном нефтеносных комплексах верхнедевонских отложений, прежде всего в Северном нефтегазоносном районе, охватывающим Северную зону ступеней Припятского прогиба.

В Припятском осадочном бассейне заметное погружение покровных образований и давление на низлежащие породы платформенного чехла, включая нефтепродуктивные горизонты верхнего девона, происходило также

во время наиболее ранних наревского и березинского оледенений. Дистальная область наревского ледника тяготеет к северо-западному сегменту Речицко-Вишанской зоны нефтегазонакопления, которая включает наибольшее количество промышленных месторождений и содержит основные разведанные запасы нефти в Припятском прогибе. Нефтяные залежи в этой зоне приурочены к северному приподнятому и южному опущенному крыльям ступенеобразующего Речицко-Вишанского разлома. Ловушки УВ в их пределах контролируются преимущественно блоковыми структурами в подсолевом нефтеносном комплексе, антиклиналями, примыкающими к разломам, а также блоками в межсолевом комплексе верхнедевонских отложений. По периферии наревского ледника располагаются Восточно-Дроздовское, Борисовское и Вишанское месторождения нефти.

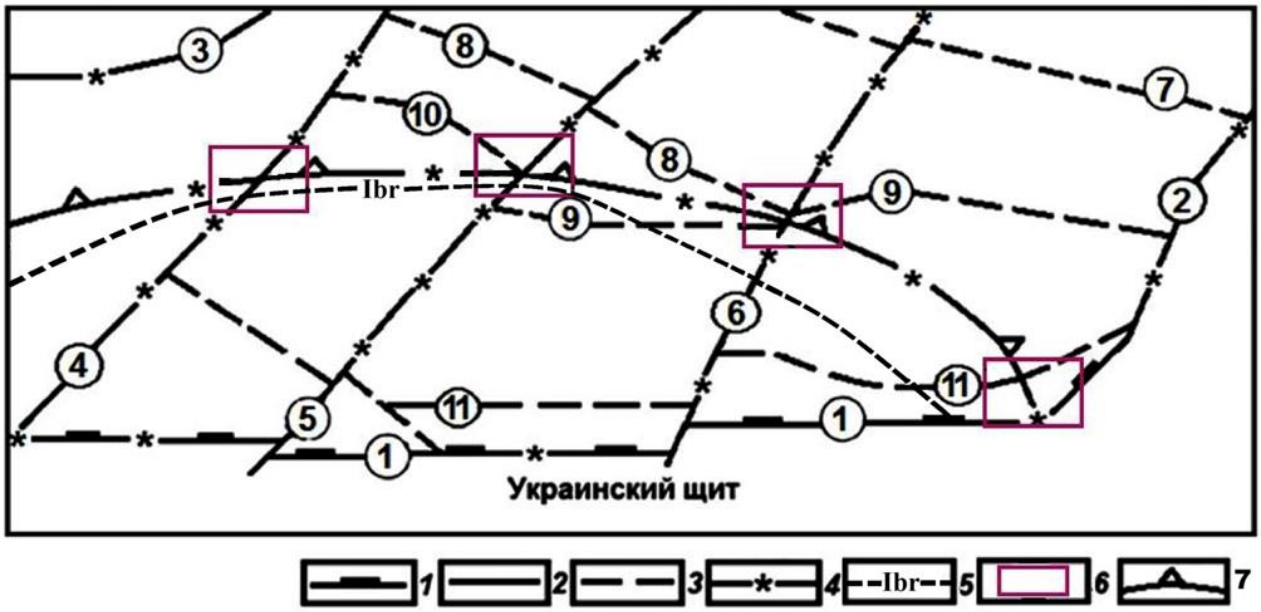


Рис. 1. Схема оценки перспектив нефтеносности Внутреннего грабена Припятского прогиба: 1–3 – листрические разломы: мантийные суперрегиональный (1) и региональные (2), коровые региональные (3); 4 – неотектонически активные разломы; 5 – граница максимального распространения березинского ледникового покрова в плейстоценовую эпоху; 6 – участки, перспективные для проведения нефтепоисковых работ; 7 – северный сегмент Полесской кольцевой структуры; разломы (цифры в кружках): 1 – Южно-Припятский; 2 – Лоевский; 3 – Микашевичский; 4 – Малынско-Туровский; 5 – Пержанско-Симоновичский; 6 – Первомайско-Заозерный; 7 – Азерецко-Великоборский; 8 – Шестовичско-Гостовский; 9 – Буйновичско-Наровлянский; 10 – Сколодинский; 11 – Выступовичский

В связи с оценкой нефтеносности Внутреннего грабена Припятского прогиба следует обратить внимание на перспективные, с точки зрения нахождения залежей УВ, площади, расположенные в дистальной полосе березинского ледникового покрова. Геолого-геофизическими методами здесь установлены Сколодинская и Буйновичско-Наровлянская зоны потенциального нефтегазонакопления. В верхней соленосной девонской толще Сколодинской зоны выделяются Каменское и Мозырское криптодиапировые поднятия, в галитовой субформации и в брекчии кепрока которых могут быть выявлены залежи нефти. Для верхнесоленосного комплекса типичны литологически

ограниченные залежи УВ в органогенных постройках внутрисолевых прослоев. Буйновичско-Наровлянская зона потенциального нефтегазонакопления сопряжена с Кустовницким и Наровлянским криптодиапировыми поднятиями, в пределах которых в перспективе планируется проведение нефтепоисковых работ. Конфигурация краевой зоны березинского ледникового покрова согласуется с Туровской депрессией Припятского прогиба. В связи со слабой геолого-геофизической изученностью этой территории актуальна проблема оценки перспектив ее нефтеносности на основе комплексирования космогеологических и сейсмических методов.

На северо-востоке Оршанской впадины краевые гляциотектонические комплексы поозерского оледенения в плане образуют крупный дуговидный выступ шириной до 100 км и протяженностью порядка 150-170 км. Его формирование связано с развитием витебской ледниковой лопасти, в центральной части которой располагается ореховский краевой гляциокомплекс шириной в несколько десятков километров и протяженностью 40-50 км, отчетливо выраженный на КС. В рассматриваемом регионе дешифрируемая полоса фронтальных ледниковых комплексов имеет отклонения в пределах 15-25 км от проведенной ранее границы максимального распространения поозерского ледника.

Гляциотектонический фактор возможно влиял на условия формирования залежей УВ в пределах Оршанской впадины. Благодаря ледниковым нагрузкам в платформенном чехле могли создаваться структуры, благоприятные для экранирования нефтяных залежей. Основные перспективы нефтеносности рассматриваемого осадочного бассейна могут быть связаны с мощными терригенными толщами рифея и венда, которые являются хорошими коллекторами и образуют практически единую проницаемую часть резервуара. Залежи нефти могут быть в пределах тектонически экранированных ловушек и локальных поднятий, образующих возможные зоны нефтегазонакопления [4]. Однако слабая изученность нижних структурных комплексов платформенного чехла Оршанской впадины единичными сейсмическими профилями и отдельными скважинами не позволяет в настоящее время оценить перспективы ее нефтегазоносности.

Периферическая полоса поозерского оледенения, включая Ореховский краевой ледниковый комплекс, тяготеет к Витебской мульде, наиболее погруженной северо-восточной части Оршанской впадины. Она представляет собой изометричную структуру субмеридионального простирания длиной ее около 100 км и шириной 70-80. Максимальная величина погружения кристаллического фундамента в осевой части мульды достигает – 1672 м (скв. Рудня). В центральной части Витебской мульды располагается Богушевское локальное поднятие субмеридионального простирания, которое может служить зоной нефтегазонакопления. В его своде пробурена скв. 2 Лиозно, вскрывшая поверхность фундамента на отметке – 1470 м [5].

Формирование зон накопления УВ в Витебской мульде Оршанской впадины могут быть связаны с гляциоизостатическим воздыманием территории в дистальной зоне поозерского ледника. Дешифровочными критериями

рассматриваемых гляциодеформаций на КС служат разрывы рек на потоки, текущие в противоположных направлениях, изменения в ориентировке водотоков, подпруживание рек и образование озер. Инверсия речного стока отчетливо диагностируется на КС в пределах внешнего края витебской ледниковой лопасти. Здесь многие реки, принадлежащие бассейнам Днепра и Западной Двины, имеют уплощенные водоразделы с относительными превышениями рельефа около 10-20 м, а сама водораздельная линия близка к границе последнего ледника.

Выводы

Рассматриваемые вопросы формирования залежей УВ в осадочных бассейнах запада Русской плиты под воздействием плейстоценовых ледниковых покровов нуждаются в дальнейшей всесторонней разработке. Проявления гляциотектоники следует учитывать при выделении перспективных площадей нефтегазонакопления во Внутреннем грабене Припятского прогиба и в наиболее погруженной северо-восточной части Оршанской впадины на основе комплексного анализа результатов структурного дешифрирования КС и геолого-геофизических данных.

Литература

[1] *Былинский Е. Н.* Валообразные гляциоизостатические поднятия литосферы и их возможное воздействие на расположение залежей нефти и газа на севере Европы. / Геоморфология. – 1990. № 4. – С. 3-13.

[2] *Губин В.Н.* Оценка перспектив нефтегазоносности Припятского палеорифта на основе структурно-тектонического анализа космической информации. / Геоматика. 2018. – Режим доступа: http://geomatica.ru/clauses/kosmo-monitoring

[3] *Левков Э.А.* Гляциотектоника. Минск: Наука и техника, 1980. – 260 с.

Познякевич З.Л., Айзберг Р.Е., Синичка А.М. Оршанская впадина. Региональная оценка перспектив нефтегазоносности. / Геология и нефтегазоность запада Восточно-Европейской платформы. Минск: Беларуская навука, 1997. - С. 368-374.

[4] *Конищев В.С.* Критерии и перспективы нефтегазоносности осадочных бассейнов Беларуси. Минск: Экономпресс, 2012. - 163с.

S u m m a r y. The problem of the formation of hydrocarbon resources in the sedimentary basins of ancient platforms under the influence of Pleistocene glaciations is quite complex and requires the synthesis of a complex of glaciotectonic factors determining the generation, features of formation and re-formation of oil deposits.

179-ЛЕТНИЕ ЦИКЛЫ НА СЕВЕРЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ[1]

К.Н. Дьяконов, А.Ю. Ретеюм
МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, diakonov.geofak@mail.ru, aretejum@yandex.ru

179-YEAR CYCLES IN THE NORTH OF WESTERN SIBERIA

K.N. Diakonov, A.Ju. Retejum
Lomonosov Moscow State Univercity, Moscow

Аннотация. Для изучения феномена цикличности была использована дендрохронология по ели сибирской с района бывшего города Мангазеи на реке Таз. Статистика охватывает более семи веков (с 1246 г.), причем наибольшее число образцов получено по периоду от конца XIV до начала XVII вв. Информация обобщена с помощью метода наложенных эпох. Обнаружено зависимость роста леса от вариаций солнечной активности в пределах 179-летнего цикла, проявляющаяся в том, что первая половина его периода отмечена тенденцией к ухудшению состояния елей, а во второй положение резко меняется. Усиление солнечной активности до определенного предела благоприятно отражается на северных лесах (рис. 5). Однако крупные положительные аномалии площади солнечных пятен, как и отрицательные, оказывают негативное влияние на рост деревьев. Установленные связи позволяют предполагать, что движение Солнечной системы в отсутствии действия других факторов может привести в ближайшие десятилетия к похолоданию на севере Западной Сибири.
Ключевые слова: 179-летний цикл, дендрохронология, ель, Мангазея, Западная Сибирь.

Введение

В последнее время повышается степень неопределенности в оценках будущих изменений климата, поскольку наряду с ожиданиями дальнейшего потепления высказываются предположения о возможном глобальном похолодании. В связи с этим актуальны исследования явлений периодичности, обусловленных движением Солнца относительно барицентра Солнечной системы. Преимущества данного подхода заключаются в том, что сроки временных границ больших циклов могут быть установлены точно расчетами эфемерид по моментам максимального сближения центра Солнца и барицентра.

Основной цикл Солнечной системы (главный сарос) имеет размер около 179 лет. Важно, что он состоит из восьми 22-летних циклов и, в свою очередь, образует восьмую часть циклов следующего уровня иерархии, которые длятся 1430 лет. Последняя смена саросов произошла в 1990 г., предыдущие четыре перехода датируются 1811, 1632, 1453 и 1275 гг.

179-летние циклы, как и их 22-летние составляющие, включают четную и нечетную половины, резко отличающиеся по солнечной активности; это циклы Ганского-Глейссберга (рис. 1).

Представляют теоретический и практический интерес эффекты синхронизации с большими солнечными циклами динамики северных геосистем, которые, судя по имеющимся сведениям, особенно чувствительны к действию космических факторов.

Обнаружение значимых связей может создать предпосылки для долгосрочного прогнозирования изменений условий жизни людей в Субарктике и Арктике.

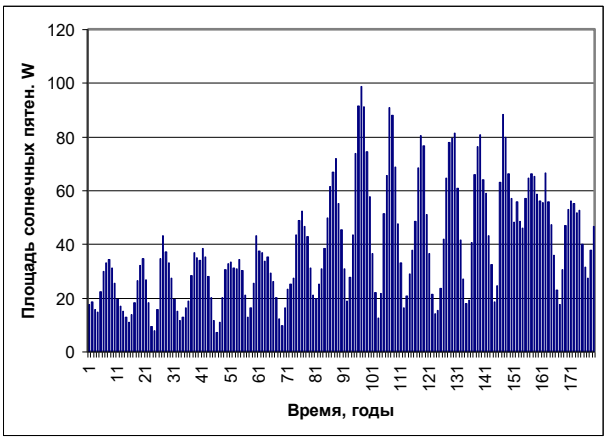


Рис. 1. Ход солнечной активности в течение 179-летнего цикла (осреднение за период 1275-1989 гг.). Источник: расчет по данным Главной Пулковской обсерватории.

Объект и метод

Для изучения феномена цикличности нами была использована дендрохронология, созданная Ф.Швайнгрубером [1] по результатам анализа кернов ели сибирской (Picea obovata), взятых в районе бывшего города Мангазеи на реке Таз (координаты: 66.68° с.ш. и 82.3° в.д.). Статистика охватывает более семи веков (с 1246 г.), причем наибольшее число образцов получено по периоду от конца XIV до начала XVII вв.

Информация обобщена с помощью метода наложенных эпох. Все 179-летние ряды по толщине годичных колец и плотности древесины имеют характерный перелом у середины (временной границы циклов Ганского-Глейссберга), что указывает на достаточную обоснованность сделанных выводов.

Результаты

Обнаружена определенная зависимость роста леса от вариаций солнечной активности в пределах 179-летнего цикла. Характерно, что первая половина его периода отмечена тенденцией к ухудшению состояния елей, а во второй положение резко меняется (рис. 2).

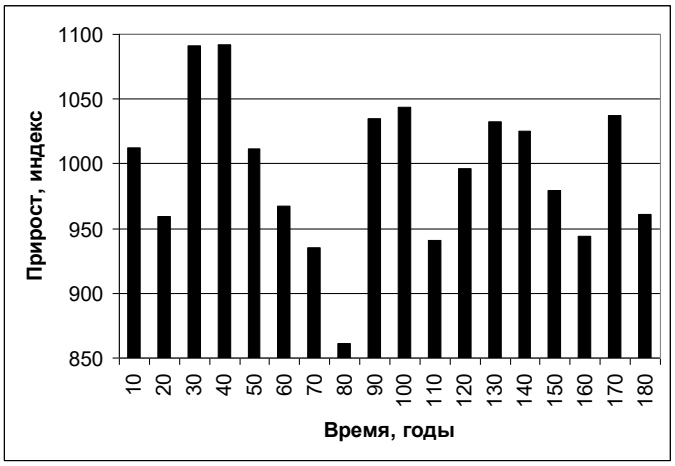


Рис. 2. Изменения роста елей в низовьях реки Таз в течение 179-летнего цикла Солнечной системы (осреднение по 10 лет за период 1275-1969 гг.)

Существование отмеченной закономерности подчеркивается аномалией минимальных и максимальных величин плотности древесины в конце первой половины периода (рис. 3).

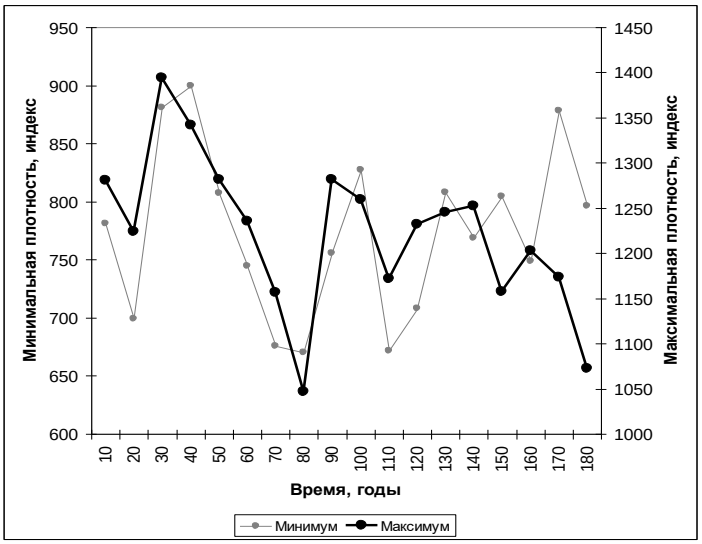


Рис. 3. Минимальные и максимальные плотности древесины елей в годы 179-летнего цикла Солнечной системы (осреднение по 10 лет за период 1275-1969 гг.)

При ограниченном числе изученных рядов, очевидно, особенно значимыми надо считать изменения вероятности сокращения ежегодного прироста деревьев ниже среднего показателя. В середине рассматриваемого периода она достигает наибольших значений (рис. 4).



Рис. 4. Вероятность пониженного прироста елей в годы 179-летнего цикла (осреднение по 10 лет за период 1275-1969 гг.).

Усиление солнечной активности до определенного предела благоприятно отражается на северных лесах (рис. 5). Однако крупные положительные аномалии площади солнечных пятен (чаще всего при годичных числах Вольфа более 110-130), как и отрицательные, оказывают негативное влияние на рост деревьев, что находит свое объяснение в избытке (при похолодании) и недостатке (при потеплении) почвенной влаги. Видимо, в данном случае действуют также иные, малоизвестные силы космической природы, например, скорость вращения Земли.



Рис. 5. Зависимость годичного прироста елей от солнечной активности (числа Вольфа) в период 1246-1969 гг.

Заключение

Установленные связи позволяют предполагать, что движение Солнечной системы, сопровождающееся ослаблением солнечной активности, в отсутствии действия других факторов может привести в ближайшие десятилетия к похолоданию климата высоких широт в Сибири. Для того чтобы выяснить, насколько реалистично данное ограничение, необходимы дополнительные углубленные исследования последствий перемещения ядра планеты в северном направлении.

Благодарности

Авторы выражают благодарность F.H. Schweingruber за возможность использования созданной им дендрохронологии по Мангазее.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект 19-05-00786

Литература

[l] Schweingruber - Mangazeja (hist. + rez.) - PCOB - ITRDB RUSS067, h https://www.ncdc.noaa.gov/paleo-search/?dataTypeId=18

S u m m a r y. We used dendrochronology of the Siberian spruce from the area of the former city of Mangazeya on the Taz river to study the phenomenon of cyclicity. The statistics cover more than seven centuries (from 1246), with the greatest number of samples received in the period from the late fourteenth to early seventeenth centuries. Information is summarized using the method of superimposed epochs. The dependence of forest growth on variations in solar activity within the 179-year cycle is found, which is manifested in the fact that the first half of its period is marked by a tendency to deterioration of spruce trees, and in the second situation changes dramatically. The onset of the epochs of both the calm and active Sun has a negative effect on the growth of the Northern forest. The established relationships suggest that the Solar system motion in the absence of other factors may lead to a cooling of climate in the North of Western Siberia in the coming decades.

ЦИКЛЫ – МЕТРОНОМ ЭВОЛЮЦИИ ЗЕМЛИ

В.А. Епифанов
АО «Росгеология», АО «СНИИГГиМС», г. Новосибирск, zem864@yandex.ru

SPACE CYCLES IS THE METRONOME EVOLUTION OF THE EARTH

V.A. Yepifanov
JSC «Rosgeologia», JSC «SNIIGG&MS», Novosibirsk

Аннотация. На основе обобщающих геологических материалов показана связь эволюции нашей планеты с цикло-ритмами ее орбитальных вращений, в результате которых образуются стоячие волны, контролирующие пространство-время Земли. Гармоничное развитие связано с геогалактической пульсацией I ранга (432 млн. лет), обусловленной длительностью сидерического галактического года. Знания об этом зашифрованы в Библии, Каббале, Ригведе.
Ключевые слова: орбита, вращение, стоячая волна, структурирование, гармония мира.

Введение

Простые и явно наблюдаемые повторяющиеся природные явления (смена дня и ночи, времен года и т.п.) общеизвестны. Существует и множество других, не столь явных ритмов, знания о которых полезны для людей. Но есть на Земле и в Космосе циклы и ритмы, имеющие мировоззренческое значение. Им в науках о Земле и в астрономии с Др. Времен постоянно уделяется внимание.

Яркой работой, посвященной ритмам земных и космических процессов, является монография Е.В. Максимова, обобщающая многолетнюю плодотворную научную деятельность автора [5]. Впервые изданная в 1995 году Санкт-Петербургским университетом, эта обширная и разноплановая работа явилась крупным шагом в познании общих и частных законов Природы.

В 2020 г. исполнится 90 лет со дня рождения этого неординарного Ученого. И его многочисленные научные достижения и реальные заслуги будут соответственно отмечены в этот год. Но накануне этого юбилея позволим себе акцентировать внимание на замечаниях, сделанных рецензентом монографии [1].

Оба замечания цитируются по рецензии Ал.А. Григорьева, приведенной в тексте переизданной в 2005 году монографии: «На мой взгляд, явление катастрофизма (глобального), возможно, имеет ритмическую природу, и жаль, что автор мало уделяет внимания их взаимосвязи...» и «Спорны размышления об отрицании связи крупнейших геологических событий на Земле с феноменом Галактического года» [5, с. 18].

Кроме того, рецензентом отмечается: «Автор книги приходит к выводу, что ритмике подчинены все явления не только на Земле, но и в Космосе… что во Вселенной царит вовсе не хаос. Хаос упорядочен и подчинен законам ритмики…», и задает вопрос: «Что же делает (а может быть, нужно сказать, кто же делает?) хаос упорядоченным – свойство ли самого феномена хаоса, или же его упорядочивает нечто иное? На этот вопрос нет ответа» [5, с. 17].

С этими «замечаниями-пожеланиями» следует согласиться и рассмотреть полученные нами ранее данные, полагая, что они могут дать и вариант ответа на вопрос рецензента о причинах и механизмах структурирования Хаоса (беспорядка) в Космос (организованный порядок).

Объект и методы исследования

На основании анализа обобщающих работ, ведущих ученых из разных областей геологии и океанологии, географии и астрономии нами были вычленены и графически отображены два глобальных космических цикла пульсаций Земли, кратных сидерическому галактическому году (ГГ**) 216 млн. лет** [2]. И уже тогда было отмечено, что периодически повторяющиеся массовые вымирания в биосфере имеют «шаг» 432, 216 и 86,4 млн. лет [3].

Связям земных процессов и явлений с ГГ посвящена и статья [4], в которой было выделено два ряда «гармонических» чисел, «управляющих» глобальными ритмами эволюции нашей планеты.

Доказывая пульсационный тип эволюции нашей планеты, указано: *«Выделяется два главных ритма глобальных пульсаций связанные с длительностью вращения Земли в составе Солнечной системы вокруг центра галактики Млечный путь и периодичностью пересечения ею плоскости галактики. Поэтому пульсации нами названы геогалактическими (ГГП) и разделяются на первый и второй ранги, длящиеся, соответственно,* ***432 и 86,4 млн. лет»*** [4, с. 101].

Также был выделен «глобальный цикл геогенеза» – **мегацикл длительностью 864 миллиона лет**, в который без остатка укладываются две ГГП I ранга по 432 млн. лет, либо четыре сидерических ГГ по 216 млн. лет, или пять аномалистических ГГ по 172,8 млн. лет, а также шесть циклов тектогенеза по 144 млн. лет или десять ГГП II ранга по 86,4 млн. лет. Пять мегациклов – **4,32 млрд. лет**, что близко по времени началу формирования твёрдой оболочки Земли.

К 2012 году также удалось показать, что: *«в геологических структурах и циклах выявляется чёткая соорганизованность земного пространства и времени»* [4, с. 95]. В глобальном строении планеты, размерах региональных структур и в расположении рудных объектов выявляются те же численные значения, которые устанавливаются для временных циклов в масштабах от «галактического года», длящегося ~ 216 млн. лет, до цикла «прецессии земной оси» ~ 25 920 лет, и даже до суточного вращения Земли вокруг оси ~ 86 400 сек.

Было выявлено два основных ряда удваивающихся («октава») целых чисел: **27-54-108-216-432-864** и т.д. и **18-36-72-144-288-576** и т.д., а также согласующий их ряд **72-144-288-360-432-504-576-648-720** с числом-кластером 72. Они прямо связаны с длительностью сидерического ГГ, составляя 2-х и 3-х кратные его величины, в том числе и значения кратные 1/2 и 1/3 «периода 216». Все эти числа и их ряды нами названы «гармоническими».

Спустя 5 лет наша геогалактическая цикличность получила наглядное подтверждение в работе Ю.А. Туркина [6], исследовавшего геологическую эволюцию Алтая. Основанные на материалах вышедшей в 2008 г. монографии его графические построения показали, что именно космические циклы II ранга длительностью 86,4 млн. лет (и их половины – по 43,2), а также глобальный цикл I ранга (432 млн. лет) контролировали формирование и развитие геологических структур Алтая и смежных с ним регионов (рис. 1).

Эти же гармоничные числа фигурируют в ритмах организации Ближнего Космоса и Генома Человека, описанных в книге В.П. Францишко в 2018 г. [7].

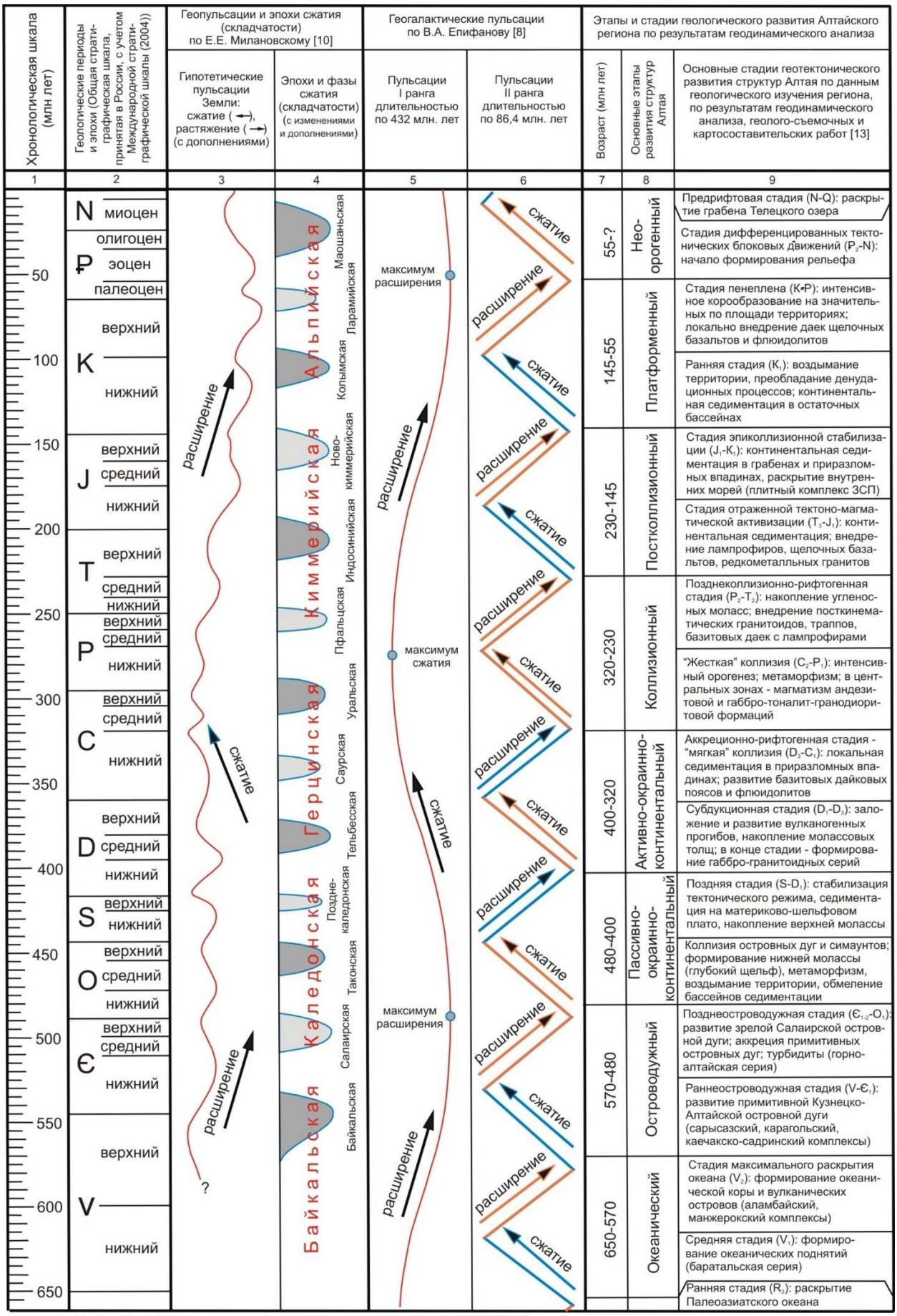


Рис. 1. Глобальная геоцикличность в этапах и стадиях развития Алтая по [6, рис. 2].

Обсуждение результатов

Важность знаний о существовании «гармонических чисел» для эффективного изучения нашей планеты может быть проверена и следующим образом.

1. Сопоставлением этих рядов чисел с особенностями эволюции Земли в масштабах «геологического времени», материализованного в эмпирически разработанной «Общей стратиграфической (хронологической) шкале».

2. Выявлением чисел в глобальных геологических структурах, либо в закономерностях глобального размещения однотипных геологических объектов.

На рисунке 2 приведен макет стратиграфической шкалы, построенный на основе расчленения ведущих космо-геологических циклов по основным музыкальным гармоникам. Он сопоставляется с составленной и изданной в 1993 году в России «Общей стратиграфической (геохронологической) шкалой».

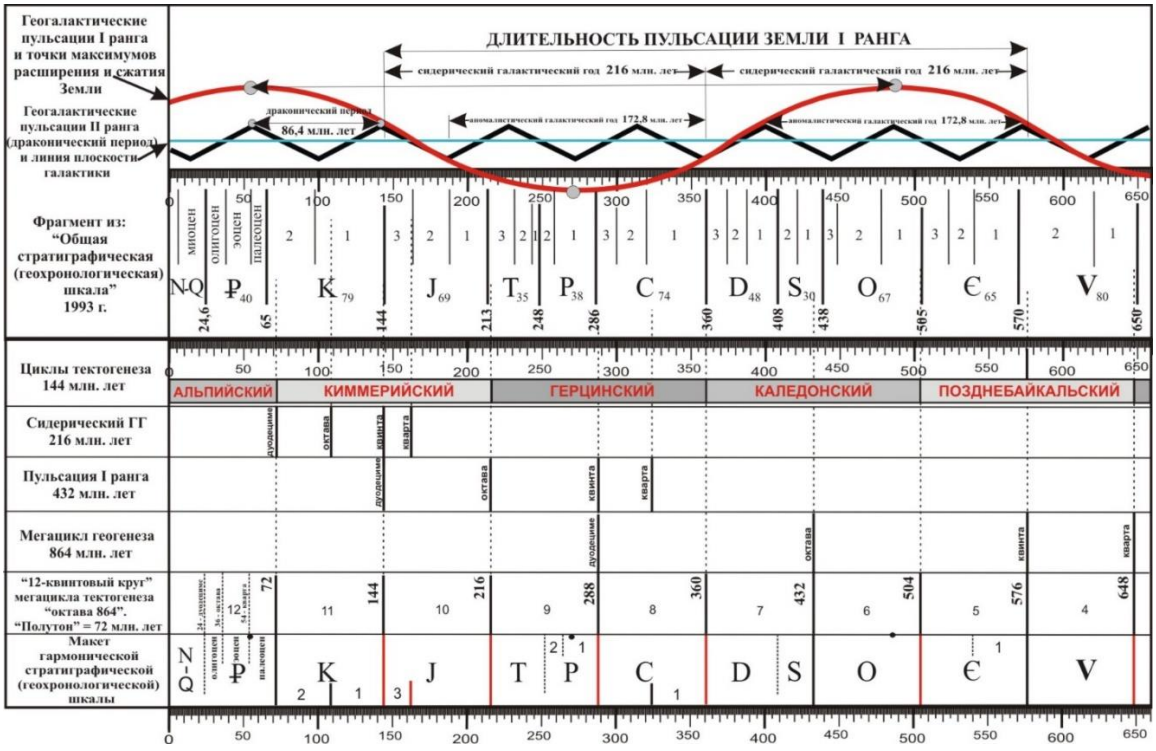


Рис. 2. Макет гармонической хронологической шкалы эволюции Земли.

В верхней части рисунка показаны совмещённые синусоиды геогалактических пульсаций (ГГП) I и II рангов и обозначены временные интервалы – периоды длительности астрономических галактических годов сидерического (216 млн. лет) и аномалистического (172,8 млн. лет). Для пульсации II ранга («драконический период») условно отображена линия плоскости галактики.

В нижней половине рисунка размещены интервалы циклов тектогенеза (по 144 млн. лет), а также границ ГГ, ГГП I ранга и мегацикла геогенеза, расчленённых по принципу организации натурального музыкального ряда на дуодециму (1/3 длительности), октаву (1/2), квинту (2/3) и кварту (3/4). В предпоследней снизу строке показано расчленение мегацикла геогенеза (864

млн. лет – главный цикл планетогенеза) по правилу деления музыкальной октавы на 12 полутоновых интервалов – «квинтовую структуру», соответствующую длительности в миллионах лет упомянутого ранее числа-кластера 72.

Трассирование полученных границ интервалов на хронологическую шкалу позволило получить относительно детальный макет стратиграфической (геохронологической) шкалы, которая располагается в самом низу рисунка 2.

Итак, подобие «стратиграфической» и «гармонической» шкал очевидно.

Не менее интересный и убедительный результат проявления «закона присутствия» гармонических чисел представлен на рисунке 3.

На рисунке видно – практически все щелочно-ультраосновные массивы северо-востока Сибирской платформы, отображенные на геологической карте масштаба 1:1 500 000 (издана в 1999 г., главный редактор Н.С. Малич), и часть кимберлитовых полей расположены по контуру кольца диаметром 648 км.

Такое расположение петрографически близких, но удаленных друг от друга на сотни километров крупных массивов пород не может быть случайным, и однозначно указывает на существование вполне определенных и конкретных правил (законов) геогенеза, связанных с «феноменом гармонических чисел».

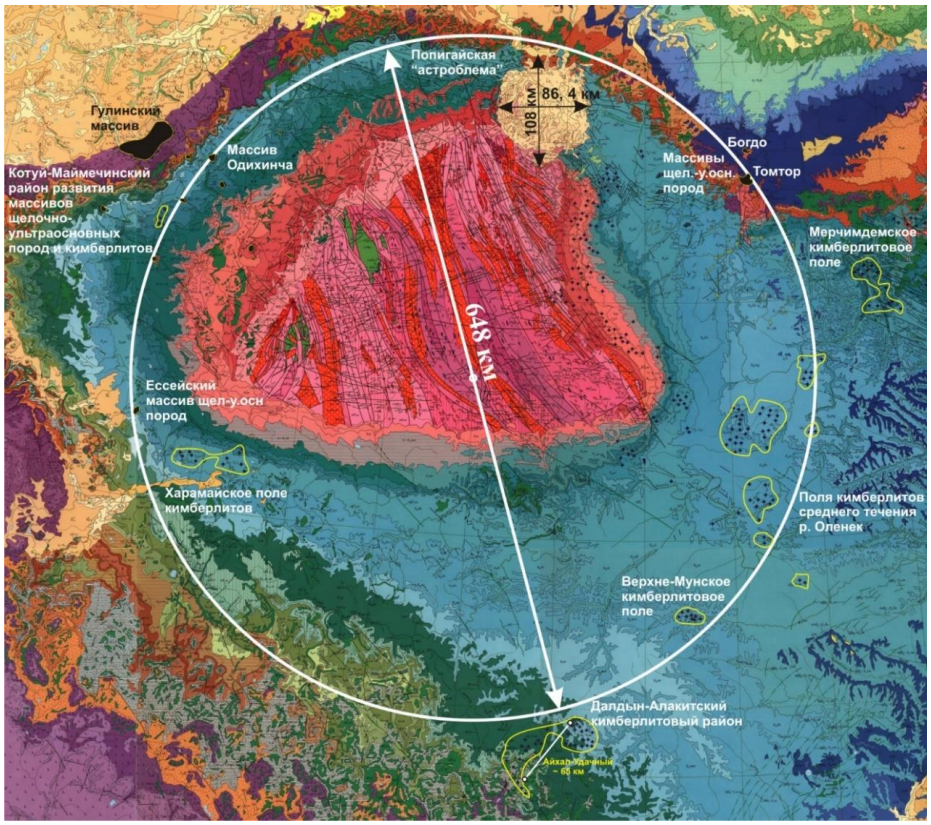


Рис. 3. Гармоничные числа в пространственной организации глубинных магматических пород: диаметре «структуры контроля» **648** км (образующий ее очаг расположен на глубине 324 км) и в параметрах Попигайской «астроблемы» (**108** х **86,4** км).

Таким образом, «подчиненность» земного геологического пространства и времени рядам гармонических чисел очевидна, т.е. наша «рожденная из первородного Хаоса» планета вполне хорошо структурно организована. Как и Ближний Космос [4, 5, 7], для которого, в частности отмечается, что среднее

расстояние от Земли до Солнца равно 108 солнечным диаметрам, а усредненное расстояние от Земли до Луны примерно равно 108 лунным диаметрам [7].

Ранее нами была высказана идея о том, что при вращении Земли вокруг своей оси и на солнечной орбите, а в составе Солнечной системы вокруг центра галактики, возникают стоячие волны выполняющие работу её структурирования. Отмечено: *«“В Начале было слово” (библ.), т.е. при движении Солнечной системы на галактической орбите в результате взаимодействия гелиосферы с “галактическим ветром” сначала возникла “звуковая” волна»* [4, с. 96].

Также было отмечено, что структурные параметры находятся в прямой зависимости от частотных характеристик, определяемых длительностями периодов орбитальных движений планеты (частота f = 1/T период). В качестве примера упоминалось структурирование пространства в «фигурах Хладни». И было показано, что организация околосолнечного пространства и земного пространства-времени происходит в гармоничных частотах/периодах, пропорциональных длительности сидерического ГГ, подчиняясь ***наиболее крупным геогалактическим пульсациям имеющим длительность 432 млн. л.*** [4].

Со ссылкой на тексты оккультной астрономии на страницах 151-152 [7]. приводятся данные из Каббалы, Библии и Ригведы о «процессе Творения». В частности, отмечается, что Хаос, Беспорядок (**Тоху-вах-боху**) сопоставляется с Пространством, потому что *«Пространство есть великая кладовая Творения, откуда исходят не только* ***формы****, но также идеи, которые* ***могут получить свое выражение только через*** *Логоса,* ***Слово****, Verbum или* ***Звук****».*

Далее в книге цитируется: *«****Отец****, который есть Беспредельное* ***Время****,* ***порождает Матерь****, которая есть бесконечное* ***Пространство*** *в Вечности;* ***и Матерь порождает Отца*** *в манвантарах, которые суть части продолжительностей…» и «Числа 1, 2, 3, 4 являются последовательными эманациями из Матери (Пространства), по мере того как она образовывает, спускаясь вниз, свое одеяние, расстилая его по семи ступеням Творения.* ***Волна возвращается к себе, когда один конец соединяется с другим*** *в бесконечности и проявления* ***числа 4, 3, 2 … становятся пределами в видимом мире, чтобы иметь дело с проявлениями Отца (Времени)****» (выделено нами – Епифанов).*

По нашему мнению, в выделенных шрифтом частях цитат несложно увидеть, что под текстовой аллегорией «времени порождающего пространство и вместе с тем порождаемым этим пространством» следует понимать орбитальное движение, при котором за определенное время постигается определенное пространство, контролирующее определенную длительность требуемого времени. На это же указывает и фраза «волна возвращается *к себе, когда один конец соединяется с другим»,* и при этом очевидно, что в данном случае речь идет о замкнутых циклах – о цикличности.

Известно, что линейное отображение цикла представляет собой гармоничную волну – «правильную синусоиду». Именно такие синусоиды, отображающие наши **геогалактические пульсации I ранга**, представлены на рисунках 1 и 2. И… эти главные пульсации имеют длительность **432 млн. лет**.

Таким образом, эзотерическая аллегория «числа ***4, 3, 2*** … становятся пределами в видимом мире» находит свое отражение в эмпирически обоснованной нами глобальной галактической пульсации эволюционирующей Земли!!

Отметим также, что и время начала формирования твердой оболочки нашей планеты может быть отнесено на **4,32 млрд. лет назад.**

Выводы

1. Глобальные геогалактические пульсации структурируют пространство-время Земли, ритмично превращая «Первородный Хаос» в гармонично организованное Мироздание, и контролируют общеземную эволюцию.

2. Ритмика земных процессов и явлений задается «космическими перворитмами» – циклами орбитального вращения Солнечной системы вокруг центра Галактики и пересечения «галактической плоскости», и вращением Земли вокруг Солнца и своей оси, а также подчиненными цикло-ритмами разных рангов, образующихся в гармониках и при различных их фазовых сочетаниях.

3. Замечания рецензента к монографии [5] справедливы и конструктивны.

Литература

[1] *Григорьев Ал.А.* Рецензия на книгу «Е.В. Максимов. Ритмы на Земле и в Космосе. СПб: Изд-во СПБГУ, 1995. 324 с.» / Изв. РГО, 1997, т. 199, вып. 1, С. 82-84.

[2] *Епифанов В.А.* Геогалактические пульсации – ритмы глобальной геодинамики. / Строение, геодинамика и минерагенические процессы в литосфере: Матер. XI Междун. конф. Ин-т Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар: Геопринт, 2005, С. 107-109.

[3] *Епифанов В.А.* Пульсации Земли, изменения климата и катастрофы. / «Квартер – 2005»: Матер. IV Всерос. совещ. по изуч. четвертичного периода. ИГ Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар: Геопринт, 2005, С.127-129.

[4] *Епифанов В.А.* Геогалактические пульсации, пространство-время Земли и гармония стратиграфической шкалы. / Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири, 2012, № 4 (12), С. 90-103.

[5] *Максимов Е.В.* Ритмы на Земле и в Космосе. / Сост. С.И. Ларин, Тюмень: Мандр и Ка, 2005, 312 с.

[6] *Туркин Ю.А.* Цикличность формирования геологических структур Алтая как возможное следствие пульсационного развития Земли. / Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири, 2017, № 3 (31), С. 95-107.

[7] *Францишко В.П.* Число 108 – космический таймер эволюции, или «Очи» Бога. СПб: Лемма, 2018, 380 с.

S u m m a r y. On the basis of generalizing geological materials shows the relationship of the evolution of our planet with the cycle-rhythms of its orbital rotations, which resulted in the formation of standing waves that control the space-time of the Earth. Harmonious development is associated with neoplasticescoy surge I rank (432 million years), due to the duration of galactic sidereal year. Knowledge of this is encrypted in the Bible, Kabbalah, Rigveda.

ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ ВОЕННОГО ПОХОДА ВЕЛИКОГО КНЯЗЯ ВАСИЛИЯ II И КНЯЖИЧА ИВАНА III НА СЕВЕРО-ВОСТОК РУСИ ЗИМОЙ 1452 ГОДА, ОТРАЖЕННАЯ В РУССКИХ ЛЕТОПИСЯХ

Д.Ю. Жаворонкова*, Ю.М. Жаворонков**
**МОУ «Средняя общеобразовательная школа №11 имени кавалера Ордена мужества подполковника Узкого Николая Клавдиевича», г. Вологда, zhum1975@mail.ru*
***Вологодский Филиал Центр Древесных Экспертиз ООО «ЗДОРОВЫЙ ЛЕС»*

HISTORICAL GEOGRAPHY OF THE MILITARY TRIP OF THE GREAT PRINCE VASILY II AND PRINCE IVAN III TO THE NORTH-EAST OF RUSSIA IN WINTER 1452 RECORDED IN RUSSIAN CHRONICLES

D.Yu. Zhavoronkova*, Yu.M. Zhavoronkov**
**Secondary school №11 named after the knight of the order of Courage Lieutenant Colonel Uzkogiy Nikolai Klavdiyevich, Vologda*
***Vologda Branch of the Center of Wood Examinations «ZDOROVYI LES», Vologda*

Аннотация. На основе различных летописных и литературных источников, рассматривается военный зимний поход Василия II и Ивана III на северо-восток Руси с целью объединения Русских земель. Проанализировав 43 тома Русских Летописей, за рассматриваемый исторический период, была составлена схема самостоятельной части рассматриваемого военного похода - «Княжеская дорога Ивана III Васильевича», а также выделены тома Летописей, в которых дано краткое и подробное описание данного похода, для целей дальнейшего исследования летописных текстов с точки зрения лингвистического анализа.
Ключевые слова: историко-географические исследования, Василий II (Темный), Иван III, 1452 год, военный поход, схема, Русские Летописи.

Введение

В XV веке, в раздробленной междоусобицами Русской земле начинает крепнуть Московское княжество благодаря грамотной политике Великого князя Василия II (Темного). К середине XV века, сложилась ситуация, в которой земли северо-восточной Руси контролировало Новгородское княжество и его посредник - князь Галицкий Дмитрий Шемяка, который в то время «сел» на Устюге Великом. Князь Василий II, оценивая ситуацию в окружающих Московию княжествах, понимает, что, только объединив эти княжества под покровительством Москвы, возможно, создать единое Русское государство, которое сможет противостоять Орде и западным завоевателям, но удельные князья не все разделяют политику Василия II, особенно возмущается свободолюбивый независимый Новгород. Князь Василий II понимает, что только путем силы, т.е. войны, можно осуществить данное объединение Русских земель [1, 6, 16].

В декабре 1452 года Василий II, принимает решение, об организации военного зимнего похода в северо-восточные Русские земли – на Устюг Великий, против князя Дмитрия Шемяки. В поход на Устюг, Василий II берет и своего сына княжича Ивана, которому в начале военного похода исполняется 12 лет. Василий II с целью воспитания сына-княжича поручает ему, под руководством опытных воевод, возглавить войско в основной части похода на реку Кокшеньгу и Устюг Великий, исполнение воли отца – закон для княжича Ивана. Поход состоялся и был удачен для Московского княжества, северо-

восточные Русские земли, прилегающие к Устюгу Великому, были завоеваны и подчинены [1, 16].

Рассматриваемый военный поход кратко описывается в русских Летописях и Летописных Сводах, описание этого исторического события были сделаны с Летописей нашими русскими историками Татищевым В.Н. и Карамзиным Н.М., упоминание о данном действе можно найти и у современных историков, например у Борисова Н.С. [1, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15].

Регион исследований, объекты и методы, обсуждение результатов

Основные географические объекты, указанные в летописях и исторических сочинениях, повествующих о военном походе Ивана III на Кокшеньгу и Устюг Великий, можно и в настоящее время найти на географической карте.

Трансформируя летописные тексты и работы историков Татищева В.Н. и Карамзина Н.М., по данному историческому событию, на современную географическую карту, нами с 2016 года по настоящее время составлена серия схем зимнего военного похода Московских князей Василия II и Ивана III, а с 2017 года мы пишем текстовое описание маршрутов похода с указанием наиболее значимых географических и исторических объектов, которые упоминаются в летописях [3, 4].

Передвижение войска княжича Ивана, как пишет историк Н. Борисов [1] проходило по замерзшим рекам и водно-волоковым путям, некоторые из водно-волоковых путей, для северо-востока Русских земель, описываются в работах Макарова Н.А [9].

Анализируя информацию исторических источников [1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16] и накладывая ее на современную географическую карту, мы попытались выполнить подробную реконструкцию маршрута военного похода княжича Ивана Васильевича (Ивана III), который проходил зимой 1452 года в северо-восточные Русские земли, данный маршрут мы назвали «Княжеская дорога Ивана III Васильевича» [4], т.к. именно княжич Иван III Васильевич являлся руководителем войска в основной части похода (рис. 1).

Для построения схемы маршрута военного похода 1452 года на северо-восток Руси (на Устюг Великий, против Дмитрия Шемяки), нами были проанализированы летописные источники из полного собрания Русских Летописей и дополнительные летописные и литературные источники [17].

На данном сайте нами было проанализировано 43 тома Русских Летописей и 20 дополнительных источников, на предмет поиска и анализа информации касающейся рассматриваемого исторического события – военного похода Московских князей на Устюг Великий в 1452 году.

Как выяснилось, в *18 источниках* (в основном это Летописи) из 63 источников, данное историческое событие отражено в той или иной мере по полноте описания. Анализ текстовых материалов данных источников позволил разделить их на 3 группы: краткая запись о событии (несколько предложений); запись позволяющая сделать вывод, что событие состоялось, и было известно

на Руси; подробная запись, раскрывающая действующих лиц и детали военного похода.

Краткая запись о событии указывается в источниках: Софийская I летопись (т. 5); Ермолинская летопись (т. 23); Летописец от 72 языков (т. 27); Владимирский летописец (т. 30); Устюжские и Вологодские летописи (т. 37); Софийская I по списку И.Н. Царского (т. 39); краткие летописцы XV-XVI вв.

Записи позволяющие сделать вывод о том, что о походе было известно на Руси указывается в источниках: Степенная книга царского родословия (т. 21). Подробная запись о военном походе 1452 года на Устюг Великий указывается в источниках: Лицевой Летописный Свод XVI в.; Софийская II летопись (т.6); Воскресенская летопись (т. 8); Никоновская летопись (т. 12); Симеоновская летопись (т. 18); Московский летописный свод XV в. (т. 25); Вологодско-Пермская летопись (т. 26); Никаноровская летопись (т. 27); Устюжский Летописный Свод (Архангелогородский летописец); Иосафовская летопись.

Анализ источников позволяет сделать вывод о том, что примерно в 30% Русских Летописей о данном событии имеются исторические записи, особенно подробно дается описание в местных (Вологодских) Летописях, например в Устюжском Летописном Своде и Летописях, написанных на территориях подвластных в то время Московскому княжеству.

Проанализировав различные летописные источники, выполнив натурные обследования некоторых рек на востоке Вологодской области и дальнейшее картографическое моделирование полученной информации, нам удалось, составить описание и схему части военного похода на Устюг Великий в 1452 году, которой руководил княжич Иван III Васильевич. Основой для составления современного текстового описания послужил фрагмент текста из Устюжского Летописного Свода, который был нами интерпретирован, а информация была нанесена на географическую карту в виде схемы похода – *«Княжеской дороги Ивана III Васильевича»*.

Выводы

Московское княжество, подчинив земли северо-востока Руси, получило покровительство над выгодными торговыми путями (из Сибири и с Урала в Европейскую часть Руси). Княжич Иван, после тяжелого зимнего военного стал настоящим мужчиной – князем Иваном III, будущим Государем Руси. «Княжеская дорога Ивана III Васильевича» была тяжела и трудна, как и вся история Государства Российского, но она не сломила княжича Ивана.

Анализ источников позволяет сделать вывод о том, что примерно в 30% Русских Летописей о данном событии имеются исторические записи.

Надеемся, что в дальнейшем мы продолжим анализ текстов Русских Летописей, летописных источников и литературных материалов по истории средневековой Руси с точки зрения истории, географии, литературы и лингвистики, применительно к нашему региону.

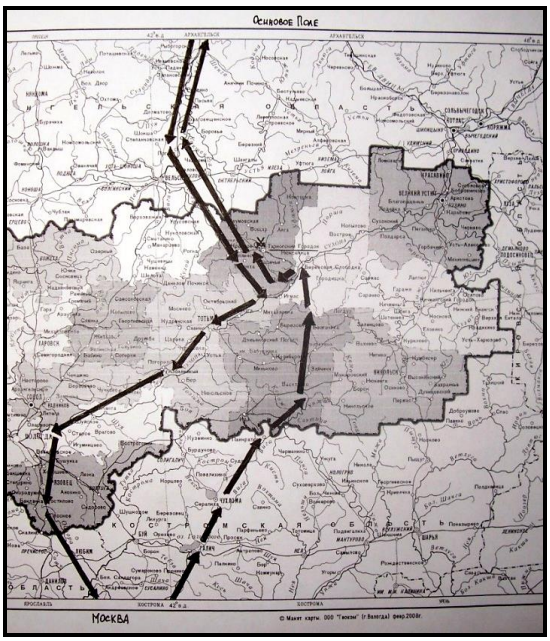


Рис. 1. Схема «Княжеской дороги Ивана III Васильевича».

Литература

[1] *Борисов Н.С.* Иван III («Жизнь замечательных людей») – М. 2003., 644с.

[2] Гелиогеодинамика: Природные аспекты глобальных солнечных минимумов. Т.1, книга 1. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2012. – 511с.

[3] *Жаворонкова Д.Ю., Жаворонков Ю.М.* Военный поход Ивана III в Вологодские земли на основе «Истории Государства Российского» Н.М. Карамзина и других исторических источников. / Homo Eurasicus в системе экологических и социальных связей: коллективная монография по материалам VIII Международной научно-практической конференции. – СПб.: L-Print, 2018. – С. 117-124., схема похода.

[4] *Жаворонкова Д.Ю., Жаворонков Ю.М., Никитинский И.Ф., Кучумова С.А.* Историко-географические исследования военного похода Ивана III на северо-восток Руси зимой 1452 года. / География: развитие науки и образования. Часть II. Коллективная монография по мат-лам ежегодной Междунар. науч.-практ. конф. LXXI Герценовские чтения, посвящ. 155-летию со дня рождения профессора Владимира Ивановича Вернадского, Санкт-Петербург, РГПУ им. А.И. Герцена, 18-21 апреля 2018 года. – СПб.: 2018. – С. 511-518., схема похода.

[5] *Задонина Н.В.* Хронологии природных и социальных феноменов в истории мировой цивилизации: монография. / Н.В. Задонина, К.Г. Леви – Иркутск: изд-во Иркут. гос. ун-та, 2009. – 863с.

[6] *Зимин А.А.* Витязь на распутье: Феодальная война в России XV в. – М.: Мысль, 1991. – 286с.

[7] *Карамзин Н.М.* «История Государства Российского» Том №5 – С.-Пб. 1892.

[8] Лицевой летописный свод XVI века. Русская летописная история. Книга 14. 1444-1459 г.г. – М.: ООО «Фирма «АКТЕОН», 2014. – 530с.

[9] *Макаров Н.А.* Колонизация северных окраин Древней Руси в XI-XIII вв. : По материалам археолог. памятников на волоках Белозерья и Поонежья. / Ин-т

археологии РАН, Кирилло-Белозерский историко – худож. и архит. музей-заповедник. – М.: Скрипторий, 1997. – 368 с.
[10] Полное собрание Русских летописей (Т. 12). СПб., 1901.
[11] Полное собрание Русских летописей (Т. 26) Вологодско-Пермская летопись – Москва-Ленинград, Академия Наук, 1959., С.212
[12] Полное собрание Русских летописей (Т. 37) Устюжские и Вологодские летописи – Ленинград, «Наука», 1982., С. 89.
[13] *Татищев В.Н.* «История российская» Том №5 – Москва-Ленинград, «Наука», 1965, С.270
[14] *Угрюмов А.А.* Кокшеньга: Историко-этнографические очерки. – Изд. 2-е, доп. – Вологда, 2003. – 192 с.
[15] *Чебыкина Г.Н.* Великий Устюг (летописная книга XII – начало XIX века) – Великий Устюг, 2007, - С. 13
[16] *Чечулин Н.Д.* Иоанн III Васильевич. Великий князь всея Руси – СПб. 1894. – 39 с.
[17] Полное собрание русских летописей: http://psrl.csu.ru/index.shtml, (дата обращения 17.12.2018 г.)

S u m m a r y. On the basis of various chronicle and literary sources, the military winter campaign of Vasily II and Ivan III to the northeast of Russia is being considered with the aim of uniting of the Russian lands. After analyzing 43 volumes of the Russian Chronicles, for the historical period under consideration, the scheme of the independent part of the military campaign under consideration – «The Prince's Road of Ivan III Vasilyevich», and also highlighted the volumes of the Chronicles, which give a brief and detailed description of this campaign, for the purpose of further research of the chronicle texts from the point of view of linguistic analysis.

ДИНАМИКА ЛАНДШАФТОВ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ПРИБАЛТИКИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

Н.Н. Лазарева
Балтийский Федеральный университет им. Иммануила Канта, г. Калининград
lazareva.rgu@mail.ru

LANDSCAPE DYNAMICS IN SOUTH-EASTERN BALTIC REGION UNDER THE INFLUENCE OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC FACTORS

N. Lazareva
Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad

Аннотация. Основным негативным природным фактором для ведения хозяйства на территории Калининградской области является избыточное увлажнение. За последние столетия на основе мелиораций была создана равновесная природно-антропогенная система. Изменение климатических и социально-экономических условий в последние десятилетия привело к динамике ландшафта и необходимости реконструкции мелиоративных систем на основе анализа историко-ландшафтных и ландшафтно-мелиоративных особенностей территории в целях устойчивого развития.
Ключевые слова: динамика ландшафта, мелиорация, историческое ландшафтоведение.

Введение

Изучение динамики ландшафтов становится неотъемлемой частью определения их экологического состояния и основой рационального природопользования. Вследствие этого, фундаментальные научные исследования в этой области приобретают приоритетные значения. Современные ландшафты результат взаимодействия природных и антропогенных факторов. Смена социально-экономических формаций и этносов происходила на фоне ритмичного естественноисторического развития. Корректное моделирование динамики ландшафта с учетом всех факторов позволит выбрать оптимальный вариант рационального природопользования и устойчивого развития территории.

Объекты и методы

Под динамикой ландшафта понимают его изменения – повторяющиеся, обратимые, преимущественно ритмические, не приводящие к перестройке ландшафта в рамках его современной структуры [4]. В связи с этим необходимо добавить, что динамику ландшафта характеризует и его пространственно-временная организация в определенный исторический период, поэтому основными методами исследования являются: картографический, исторического среза и диахронический подход [2]. Динамика ландшафтов юго-восточной Прибалтики рассматривается на примере, Калининградской области, которая является анклавом и самой маленькой по площади в России (15,1 тыс. км^2). Несмотря на небольшие размеры, здесь соседствуют различные в генетическом отношении ландшафты: холмисто моренные, простирающиеся в широтном направлении и чередующиеся с озерно-ледниковыми и моренными равнинами. Рельеф формировался в поздне и послеледниковое время в результате стадиального распада последнего Валдайского оледенения. Средние отметки поверхности 50 м [5].

По зонально-азональным признакам территория области целиком располагается в границах бореального переходного к суббореальному Восточноевропейскому подтаежному умеренно-континентальному типу ландшафта [3]. Однако положение в центре Европы на юго-восточном побережье Балтийского моря определяют основные переходные черты природы между Восточно-Европейскими и Западно-Европейскими ландшафтами. Широколиственно-еловые формации отличаются от более восточных лесов Русской равнины присутствием дуба, граба, а иногда и бука. Расположение территории между областью влажного тепло-умеренного климата широколиственных лесов Западной Европы и областью умеренно-континентального климата смешанных лесов Восточной Европы обуславливает формирование почв под влиянием наложения процессов буроземо и подзолообразования. Вследствие этого почвы не имеют четко выраженных зональных признаков. Их пестрота во многом обусловлена различным по грансоставу характером почвообразующих пород и молодостью ландшафтов, ледник отступил с территории области 15 тыс. лет назад.

Обсуждение результатов

Вследствие равнинного низменного характера рельефа, суглинистых и глинистых почвогрунтов, при значительном выпадении годового количества осадков (800 и более мм) значительная часть почвенного покрова подвергается кратковременному и постоянному избыточному увлажнению. Повсеместно в озеровидных и ложбинообразных понижениях встречаются болотные низинные почвы. Облик природных ландшафтов формировался в результате ритмичного изменения климата в голоцене. Однако на динамику ландшафтов территории в значительной степени повлияло антропогенное воздействие. Особенно интенсивным оно началось в XIII столетии. Благоприятное географическое положение в центре Европы, на юго-восточном побережье Балтийского моря способствовало заселению этих земель еще до нашей эры, а в XIII веке стало причиной вытеснения пруссов тевтонским орденом. С этого времени заболоченная, в основном покрытая лесом территория (80%), стала интенсивно осваиваться. В средневековье были заложены основные элементы пространственной структуры: вырубались леса, строились дороги, создавались поселения, закладывалась осушительная сеть. На карте 1706 года леса сохранились небольшими островками. Основную площадь занимали агроландшафты. Однако по мере вживания этноса в ландшафт, в процессе хозяйственной деятельности выявились неблагоприятные для сельскохозяйственного освоения ландшафты: краевые грядово-холмисто-моренные урочища, урочища холмистых флювиогляциальных равнин и низменные сырые глинистые равнины. На этих местоположениях на основе осушительной мелиорации осуществлялись лесопосадки и сейчас в лесах можно встретить североамериканские хвойные и широколиственные породы деревьев. К середине XX столетия леса занимали 17% территории, сельскохозяйственные угодья – 70%, из них половина приходилась на сенокосно-пастбищные угодья. Благодаря значительной сумме активных температур 2300°, в озеленении поселений, довольно широко представлены теплолюбивые интродуценты, например: грецкий орех, магнолия, рододендрон и др. Древесные насаждения использовались не только для ландшафтного дизайна, но и как элемент фитомелиораций. За последние три столетия на основе мелиораций был создан сложный комплекс высокоинженерных сооружений, один из лучших в Западной Европе. В результате общая площадь мелиорированных земель составляла 90%, и были сформированы равновесные природно-антропогенные системы с благоприятными экологическими условиями для хозяйственной деятельности.

Необходимо отметить, что осушительные системы по всей территории области работали как единое целое и предусматривали регулирование стока. Однако деятельность людей разворачивалась на фоне ритмичного изменения климата. В многолетнем ходе осадков, в распределении их по сезонам и отдельным месяцам, наблюдаются большие контрасты. Случается, что за один, два месяца выпадает сезонная сумма осадков или наблюдается дефицит влаги в ущерб урожаю сельскохозяйственных культур. Вследствие этого, осушительные системы проектировались с учетом изменения уровня воды в водоемах. Для предотвращения подтопления территории и сброса избыточной

влаги повсеместно сооружались водохранилища и пруды. В послевоенное время усилиями институтов «Севзапгипроводхоз» и «СевНИИгиМ» разрушенные войной мелиоративные системы удалось восстановить. Экологическое состояние ландшафтов для жизнедеятельности можно было оценить как удовлетворительное. Однако за последнюю четверть века, судя по ходу среднегодовых температур и среднегодового количества выпадающих осадков, изменяется климат. Наблюдается тренд не только повышения температуры, но и количества осадков, которое увеличилось в области за последние 70 лет в среднем на 200 мм. Примечательно, что ритмичное изменение климата совпало с изменением социально-экономических условий в обществе. Вследствие этого проявляется и динамика ландшафтов в юго-восточной Прибалтике. Изменение форм собственности на землю и ликвидация жесткого централизованного проведения мелиоративной политики последних десятилетий приводят к изменению и нарушению созданных природно-техногенных систем. Изначально они проектировались и использовались в соответствии с определенными видами землепользования. В настоящее время под строительство переводятся земли сельхозназначения. В связи с этим происходит нарушение работы осушительной сети. Можно привести пример 2017 года, когда был затоплен вновь построенный коттеджный массив в п. Орловка. В то же время летний период 2018 года был теплым и солнечным, однако для нашего региона, это не характерно и реконструкцию мелиоративной сети нужно делать с расчетом роста выпадающих осадков.

Бум строительства, захлестнувший регион, особенно областной центр и морское побережье также негативно сказывается на динамике городских ландшафтов. Нарушение элементов мелиоративной сети путем засыпания мелиоративных канав, прудов приводит к подтоплению прилегающих территорий, обрушению и просадке грунта на побережье. Ведь разрушение береговой зоны Балтики происходит не только за счет абразии, но и за счет выклинивающихся на склонах грунтовых вод. Исходя из этого, можно сделать вывод о необходимости реконструкции мелиоративной сети при проектировании площадей для строительства. Планирование, проектирование, экспертирование, реконструкция таких мелиораций должны быть научно обоснованными и осуществляться под контролем государственных органов и ведомств [1].

В настоящее время в городских ландшафтах застраиваются зеленые зоны, выполняющие роль фитомелиорации. Деревья и кустарники не только улучшают состояние атмосферного воздуха, поглощают поверхностный сток и предотвращают переувлажнение почв, но и выполняют ветроломную роль в период ураганных ветров, которые не редкость в нашем регионе. Велико значение парков и садов в создании привлекательного аспекта городских ландшафтов Калининграда и муниципальных образований для развития рекреации и туризма. В связи с этим, сохранение существующих зеленых зон, водных объектов и создание новых скверов и садов должно основываться на историко-ландшафтных исследованиях.

Выводы

Таким образом, в природном отношении динамика современных ландшафтов, в общем, соответствует ходу 1850-летнего ритма и в соответствии с этим прослеживается изменение климата – вместе с возрастанием теплообеспеченности растет и среднегодовое количество осадков [6]. Антропогенное воздействие на современные ландшафты в отдельных случаях усиливает негативное влияние природных факторов на экологическое состояние территории. Сохранение равновесных природно-антропогенных систем, формировавшихся на протяжении столетий в юго-восточной Прибалтике возможно только на основе комплексных исследований. Они объединяют проекты: историко-ландшафтные, ландшафтно-мелиоративные, экологические, технические и социально-экономические. Методику для такого проектирования необходимо разрабатывать для каждого физико-географического района области на корректно составленной ландшафтной основе с учетом регионального и типологического принципов, поскольку реакция разных ландшафтов на климатические и антропогенные изменения неоднозначна.

Литература

[1] *Дьяконов К.Н., Аношко В.С.* Мелиоративная география: Учебник для вузов.- М: Изд-во МГУ, 1995. – 254 с.
[2] *Жекулин В.С.* Историческая география: предмет и методы. – Л.: Наука, 1982, 224 с.
[3] 3. *Исаченко А.Г.* Ландшафты СССР. – Л .: Изд-во ЛГУ, 1985, 320 с.
[4] *Исаченко А.Г.* Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. М.: Высшая школа,1991. 366 с.
[5] *Лазарева Н.Н.* Новый подход к физико-географическому районированию Калининградской области / Вестник БФУ им. И. Канта. – 2013. №7. – С. 119-127.
[6] *Максимов Е.В.* Ритмы на земле и в космосе. Тюмень, 2005. С. 312.

S u m m a r y. The main negative factor for farming in the territory of the Kaliningrad region is excessive moisture. Over the past century on the basis of reclamation was established equilibrium of natural-human systems. Changing climate and socio-economic conditions in recent decades has led to the dynamics of landscape and the need for reconstruction of melioration systems based on an analysis of historical landscape and landscape reclamation peculiarities the territory with a view to sustainable development.

О НЕОБХОДИМОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ЦВЕТА КАМНЕЙ НА АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКАХ НАСЛЕДИЯ

Л.С. Марсадолов*, А.Н. Паранина**
**Государственный Эрмитаж, г. Санкт-Петербург, marsadolov@hermitage.ru*
***РГПУ им. А. И. Герцена, г. Санкт-Петербург, galina_paranina@mail.ru*

ABOUT THE NEED TO STUDY COLOR STONES ON ARCHAEOLOGICAL MONUMENTS HERITAGE

L.S. Marsadolov*, A.N. Paranina**
**State Hermitage, St. Petersburg*
***Herzen State Pedagogical University, St. Petersburg*

Аннотация. Цвет объекта играет большую роль в повседневной и сакральной жизни человека. Обычно археологи и другие специалисты почти не обращают внимания на цвет камней на древних объектах культурного Наследия. В статье проанализированы методологические основы цветовой маркировки элементов пространственной структуры объектов и приведены примеры применения цвета камней для определения их рационального назначения и символического смысла.
Ключевые слова: культурное наследие, археологические объекты, цветовая маркировка, пространственная структура, рациональное назначение, символизм.

Введение

Методологические основы исследований связи пространственной структуры объектов и цветовых характеристик составных элементов, сформированы в трудах В.И. Паранина по исторической географии. На примере топонимического анализа разных территориальных систем показано, что названия, представляющие собой цветовые обозначения, соответствуют основным сторонам горизонта, определяемым по положению Солнца [8, 5].

Повсеместная практика астрономической навигации с привязкой к сторонам горизонта, подтверждаемая на археологических объектах разного возраста, имеет яркое отражение в материальном и нематериальном культурном наследии. Вспомним, например, действие, характерное для народных сказаний «вышел в чисто поле, поклонился на все четыре стороны».

На исследованных авторами статьи объектах эпох железа, бронзы и неолита (возрастом – 2-8 тыс. лет), накоплен значительный фактический материал, подтверждающий практику цветовой маркировки элементов пространственных систем, созданных древним человеком [1-7, 9, 11].

Цель статьи – общая постановка проблемы и анализ наиболее ярких примеров использования разноцветных камней на памятниках Наследия.

Объекты и методы

В ходе исследований Большого Салбыкского кургана в Хакасии и святилища Семисарт на Алтае Саяно-Алтайской археологической экспедицией Гос. Эрмитажа (далее сокр. САЭ ГЭ), под руководством Л.С. Марсадолова, были произведены археологические, астрономические, ландшафтные, геологические, геофизические, топографические и метрологические работы; более детально были изучены плиты кургана и каменоломня; прослежены связи памятника с окружающим ландшафтом и решены другие научные задачи.

Огромная каменная ограда Большого Салбыкского кургана (далее БСК), вероятно, была воздвигнута в течение нескольких лет. В точках, соответствующих астрономически важным дням, были воздвигнуты самые большие вертикальные плиты-стелы, ориентированные на восход и заход Луны (низкой – ЮВ и СЗ углы ограды, высокой – ЮЗ и СВ углы), а вход в курган ориентирован на восход Солнца в дни равноденствий. Вероятно, *восточный вход ассоциировался с жизнью=возрождением*, а вход-дромос в погребальную камеру *с западной стороны – с уходом в мир иной*.

Колористический аспект камней в Салбыке в Хакасии

Детальное изучение каменных плит ограды позволило впервые на тагарских курганах в Сибири зафиксировать значимость цветовой гаммы – от светлых к тёмным тонам и наоборот (рис. 1: *1*). Для фиксации разных цветовых оттенков камней БСК была составлена специальная шкала цветов. В большинстве случаев на востоке, со стороны *восхода* Солнца и Луны, находятся камни более *светлых оттенков*, а с западной стороны, *захода* Солнца и Луны – более *тёмных тонов* [3-4]. Восточная стена ограды имеет больше светло-вишнёвых и сероватых по цвету плит, а западная – тёмно-вишнёвых. Наиболее светлый по цвету камень находится в самой «высокой» точке кургана – *в СВ углу и имеет серовато-зеленоватый цвет*. Размеры каменных плит этой ограды также уменьшались с востока на запад, как и их цвет – *от светлых к темным оттенкам* в том же направлении.

Разноцветные разновидности песчаника позволяли подбирать цветовые оттенки для плит. Вероятно, такой подбор начинался ещё в каменоломне Кызыл-Хая (Красные скалы), где имелись выходы камня – от серовато-зелёных до темно-красных оттенков, исследованных САЭ ГЭ в 1990-е годы [2]. О том, что это не случайность, а широко практиковалось в древности, можно судить по цветовому спектру каменных плит ограды Большого Салбыкского кургана – от светлых к темным тонам и наоборот, а также по цвету плит каменных «Врат», расположенных в 6 км к северо-востоку от этого кургана. Цвет у двух камней «врат» у входа в Салбыкскую долину тоже разный: южная плита – из серого кремнистого песчаника, а северная – из красновато-коричневого песчаника [4].

Астрономический аспект каменных сооружений в Салбыке

Для уточнения палеоастрономических данных об объектах в Салбыкской долине САЭ ГЭ были проведены топографо-геодезические работы. Из центров трёх самых больших курганов с точностью до 1 градуса были прорисованы круговые панорамы окружающего ландшафта (рис. 1), а затем на базе астрономического пакета прикладных программ Главной Астрономической Обсерватории РАН в Пулково В.Л. Горшковым была составлена программа для вычисления азимутов восходов и заходов Солнца и Луны над линиями превышения горизонта для любого исторического периода [4, 6]. В 2010 г. авторами статьи проведены комплексные полевые исследования в пространстве курганного поля [7].

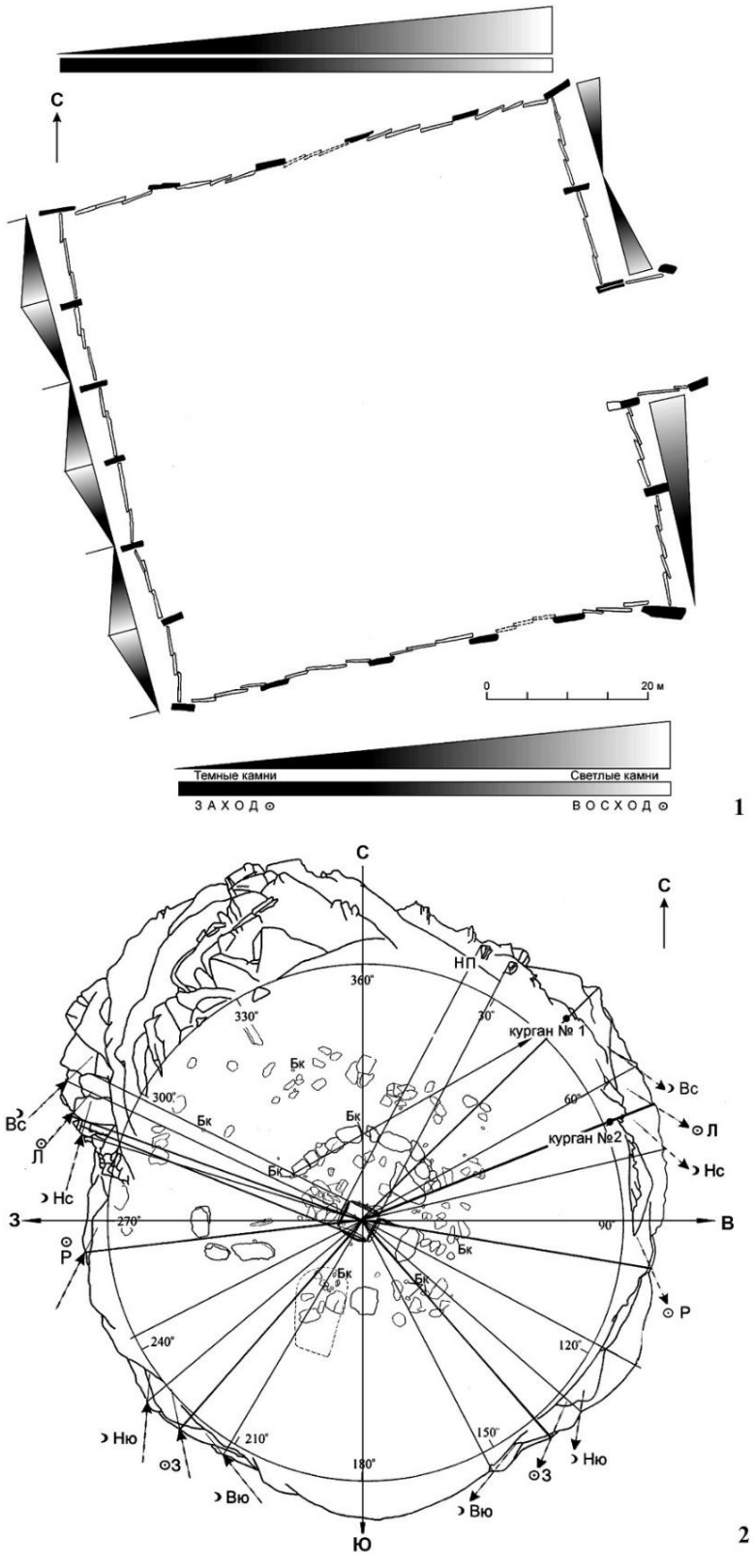


Рис. 1. Отражение цвета камней на археологических памятниках Сибири, VII в. до н.э.:
1 – Хакасия, Большой Салбыкский курган, изменение цвета камней ограды
– от светлых каменных плит на востоке к тёмным на западе;
2 – Алтай, Семисарт, курган №4, круговая ландшафтная панорама из центра кургана с нанесёнными астрономическими направлениями (**БК** – белые камни на кургане).
По материалам археологических экспедиций Л.С. Марсадолова.

Конструкция каменной ограды БСК свидетельствует, что при её планировке углы кургана были ориентированы по Луне, а восточный вход – по Солнцу [3-4, 6]. На плитах кургана, которые находились на линиях основных астрономических направлений и имели разный цвет, обнаружены знаки в виде кругов, полумесяцев и других фигур.

На Салбыкском курганном поле сектор доминирующих направлений совпадает с восходом высокой Луны. Вторая диагональная доминанта СЗ-ЮВ секторов имеет связи с азимутами двух основных светил – восходов низкой Луны и Солнца в день зимнего солнцестояния, с одной стороны, и заходов высокой северной Луны и Солнца в день летнего солнцестояния – с другой. Еще одна важная доминанта структуры курганного поля, согласуется с восходом и заходом Солнца в дни равноденствий [7].

При сооружении БСК и других больших курганов в Салбыке так же учитывались основные направления на восходы и заходы Солнца и Луны в астрономически значимые дни.

Колористический аспект камней в Семисарте на Алтае

В урочище Семисарт на Центральном Алтае САЭ ГЭ в 1980-90-е гг. зафиксирован другой вариант использования цвета камней [1]. Важные астрономические и топографические направления выделены в насыпях курганов, за их пределами и на склонах гор камнями белого кварцита, а также крупными каменными глыбами и плитами.

Ещё несколько важных направлений учитывалось при возведении кургана-храма № 4. Западная стенка ящика ориентирована на находящуюся на ССВ «астрономическую» скалу с пунктами наблюдения, лунками, «личинами» и наскальными рисунками. Это направление выделено одной из самых больших плит внешнего кольца-ограды и далее небольшой выкладкой из плит. Если смотреть на небольшом удалении через центр ящика и находящийся в 11 м подтреугольный камень № 4, то на севере эта линия проходит через скальные выходы с наблюдательными пунктами и наскальными изображениями (рис. 1: *2)*. Дополнительная линия, обозначенная мелкими белыми камнями (БК), соединяет СЗ угол кольца ограды через центр ограды с курганом № 1.

Дополнительные «дорожки» внутри курганов и между ними также были выделены белыми камнями, стелами, плитами, выкладками и другими объектами. Часто конечный пункт этих «дорог» ведёт на вершину наиболее сакральной горы, а также на межгорные перевалы. Как правило, объекты на противоположных концах оппозиционны: высокое – низкое, овраг – гора, С-Ю, З-В, ЮЗ-СВ, вертикальная стела – лежащая плита и т.п.

Свет и цвет в каменных лабиринтах

Каменные лабиринты – сооружения, выложенные в виде спиралей из небольших блоков дикого камня. Наибольшее их количество сохранилось на европейском Севере. Технология использования классического двуспирального лабиринта основана на наблюдении тени гномона – вертикального предмета, установленного в центре [12-17].

Пример использования цвета в лабиринте – концентрический рисунок из камней белого и красного цвета, обнаруженный археологами при раскопках городища бронзового века. В отличие от большинства известных лабиринтов, он расположен в центре равнины, на высоком коренном берегу р. Дон – у села Мостище Воронежской области (15 км от с. Дивногорье). Шесть концентрических окружностей из крупных меловых блоков образуют структуру 26х36 м, в ней на астрономически значимых азимутах размещены тяжелые глыбы красного гранита, по которым можно определять полдень, дни солнцестояний и равноденствий.

Археологи из Воронежского университета провели детальные исследования (полевые наблюдения и палеоастрономические расчеты) и определили назначение лабиринта на основе технологии прямого визирования – по пересечению линии горизонта диском Солнца [11]. Метод обратного визирования по тени гномона и уравнение, разработанное на северных лабиринтах, помогли нам объяснить функцию гранитного камня, установленного к северу от центра и рассчитать высоту шеста (около 3,5 м), который закреплялся с помощью груды камней, расположенной в центре [9]. Так технология сооружения и использования инструмента стала проста и понятна.

Остается открытым вопрос, как появились на меловом склоне Среднерусской возвышенности глыбы гранита? Расстояние до ближайших выходов гранитов у села Басовка и Украинская Буйловка составляет более 100 км вниз по течению реки Дон (сегодня они стоят на охране как геологический памятник природы «Граниты докембрийские»).

Пример связи лабиринта и «цветного» топонима представляет лабиринт на Красной Луде в Белом море (во время прилива – отдельном о-ве Красном архипелага Кемь-Луды). Остров выделяется южным положением в архипелаге и близостью к суше. Компасная съемка в 2015 и 2017 гг. показала, что вход в лабиринт расположен на линии восток-запад, следовательно, по положению тени на заре в нем определяются дни равноденствий [10].

Результаты и обсуждение

Очевидно, что цветовая маркировка сторон горизонта удобна для реализации алгоритма «измерение-обозначение», т.к. солярная навигация универсальна. Даже если наблюдается не Солнце и Луна, а другие космические объекты, все равно, *любая система наблюдения привязана к сторонам горизонта*, заданным годовым и суточным движениями Земли в потоке лучей Солнца. Однако применение всей цветовой гаммы лимитировано минеральным богатством региона. Чаще других в распоряжении древних строителей наиболее могли оказаться яркие цвета – белый (кварц, мел) и красный (гранит, песчаник). Примеры показывают, что контрастные цветовые решения использовались для обозначения самой важной для жизни информации. При наличии одного источника сырья, древние строители подбирали его оттенки в соответствии с оппозицией света верх/низ, восход/заход. В объектах

мемориального назначения параллель жизни человека и солнечного цикла могла символически передавать идею грядущего возрождения.

Выводы

Наиболее важные для жизнедеятельности человека астрономические и навигационные точки и направления с древности выделялись крупными камнями разного цвета.

Проанализированные археологические объекты Наследия представляют варианты использования двух основных технологий ориентирования: прямое наблюдение света астрономического объекта и обратное – наблюдение тени. Сравнительный анализ технологий позволяет увидеть *направление развития, связанное с повышением информативности и мобильности.* Крупные устойчивые естественные или искусственные элементы и большие площади объектов – необходимое условие пригоризонтных наблюдений. Человек занимает место в центре системы радиально расположенных визиров и отмечает дни, когда астрономический объект пересечет горизонт в точке, зафиксированной в мегалитическом инструменте.

Гномон – моноинструмент, первый угломер в истории человечества. Наблюдение за тенью позволяет обойтись предметом любой величины и небольшой площадкой (в т.ч. палочки и поверхности ладони), проследить всю дневную, а затем и годовую траекторию Солнца над горизонтом и связать объекты в региональную систему. Именно благодаря возможности определения географической широты, лабиринт-гномон смог в глубокой древности распространиться по многим регионам мира.

Исследования оптических явлений и семиотики цвета в доисторической системе жизнеобеспечения имеют фундаментальное значение для реконструкции развития современных знаковых систем, уточнения моделей культурогенеза и сапиентации. Такие исследования необходимо проводить на междисциплинарной основе.

Литература

[1] *Марсадолов Л.С.* Комплекс памятников в Семисарте на Алтае. Материалы Саяно-Алтайской археологической экспедиции Государственного Эрмитажа. Вып. 4. – СПб.: Изд-во Копи Р. 2001. – 65 с. + 118 рис.

[2] *Марсадолов Л.С.* Древние каменоломни в Центральной Азии. / Производственные центры: источники, «дороги», ареал распространения. Мат-лы тематической научн. конф. – СПб.: СПб. гос. ун-т, 2006. – С. 179-185.

[3] *Марсадолов Л.С.* Палеоастрономические аспекты Большого Салбыкского кургана в Хакасии. / Алтае-Саянская горная страна и соседние территории в древности. История и культура Востока Азии. – Новосибирск: Изд-во Института археологии и этнографии СО РАН, 2007. – С. 205-213.

[4] *Марсадолов Л.С.* Большой Салбыкский курган в Хакасии. – Абакан: Хакасское книжное изд-во, 2010. – 128 с.

[5] *Марсадолов Л.С.* Топонимы вокруг Большого Салбыкского кургана. / Народы и культуры Южной Сибири и сопредельных территорий. Мат-лы

междунар. научн. конф., посвященной 70-летию ХакНИИЯЛИ. – Абакан: Хакасское книжное изд-во, 2014. – С. 165-170.
[6] *Марсадолов Л.С., Горшков В.Л., Миллер Н.О., Стёганцева В.Я.* Палеоастрономические исследования в Южной Сибири. / Избранные проблемы астрономии: мат-лы научно-практ. конф. «Небо и Земля». – Иркутск: Иркутский гос. ун-т, 2006. – С. 78-82.
[7] *Марсадолов Л.С., Паранина Г.Н.* Салбыкский археологический комплекс как объект природного и культурного наследия. / Известия РГО. Март-апрель. Том 143. Вып. 2. – СПб.: Наука, 2011. – С. 79-90.
[8] *Паранин В.И.* Историческая география летописной Руси. – Петрозаводск: Карелия. 1990. – 152 с.
[9] *Паранина Г.Н.* Каменные лабиринты в системе древней навигации. / Дивногорский сборник: Труды музея-заповедника «Дивногорье» Вып. 3. – Воронеж: Научная книга, 2012 – С. 209-221.
[10] *Паранина А.Н., Паранин Р.В.* Методы исследования солнечных календарей на примере Керетского лабиринта. / Природное и культурное наследие Белого моря: перспективы сохранения и развития. Мат-лы III международной научно-практической конференции 15-17 июля 2016 г. П-ов Вершинный, Чупа, Республика Карелия, Россия. С. 35-40.
[11] *Чекменев Ю.А.* Астроархеологическое обоснование практического назначения мостищенского лабиринта. / Мостищенский комплекс древних памятников (эпоха бронзы – ранний железный век). Воронеж: ВГПУ. 2001. – С. 174-178.
[12] *Paranina G.N.* Northern Labirinths – gnomon and models of geographical space. Elsevier. Procedia. Social and Behavioral Sciences. 2011 (19) P. 593-601.
[13] *Paranina A.N.* Gnomon as sours of information on planet rhythms. Geomate, Osaka, 2016. Vol. 10. P. 1815-1821.
[14] *Paranina A.* Archaeological objects as elements informational life support system and as sources of information about evolution of environment. Geomate, Osaka, Japan, 2017. Vol. 35. P. 100-107.
[15] *Paranina A., Paranin R.* The Research of Northern Labyrinths as Navigation Network Elements. The International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. Vol. 10, N 3, September 2016, P. 451-456.
[16] *Paranina A., Paranin R.* Information in geographical space as the basis of crossdisciplinary researches in culture geography. European Journal of Geography, 2017 Vol.8, N3, p. 67-77. http://www.eurogeographyjournal.eu/articles/
[17] *Paranina A., Paranin R. Khetagurov T.* Cross-disciplinary Researches of Objects of Ancient Heritage on the Example of Stone Labyrinths and Petroglyph. TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Vol. 11, №4, 2017, pp 729-734; doi:10.12716/1001.11.04.21

S u m m a r y. The color of the object plays an important role in the daily and sacred life of a person. Usually, archaeologists and other specialists almost do not pay attention to the color of the stones on the ancient objects of cultural Heritage. The article analyzes the methodological foundations of color marking of the elements of the spatial structure of objects and gives examples of applying the color of stones to determine their rational purpose and symbolic meaning.

РИТМИЧНОСТЬ ПРОЦЕССОВ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ ЮГА РУССКОЙ РАВНИНЫ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ ГОЛОЦЕНА

Л.С. Песочина
ИФХиБПП РАН, г. Пущино, LSPesch@rambler.ru

THE RHYTHMICAL DYNAMICS OF PEDOGENIC PROCESSES IN THE SOUTHERN STEPPE ZONE OF THE RUSSIAN PLAIN DURING THE SECOND HALF OF THE HOLOCENE

L.S. Pesochina
Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science, RAS, Pushchino

Аннотация. Установлены закономерности циклической изменчивости почв и природных условий юга Русской равнины во второй половине голоцена на основе палеопочвенных исследований разновозрастных археологических памятников. Наиболее динамичными были процессы, формирующие гумусовый, солевой, гипсовый, карбонатный профили, а также процессы осолонцевания-рассолонцевания. Основной причиной стадийности педогенеза явились климатические флуктуации. Чередование аридных и гумидных стадий вызывало смену подтипов черноземов и цикличность изменчивости многих процессов. Выявлены 2000- и 1000-летние временные интервалы в цикличности.
Ключевые слова: палеопочвы археологических памятников, голоцен, разнопериодная ритмичность

Введение

Явление ритмичности носит глобальный характер. Научные представления о ритмах в природе складывались по мере накопления и анализа информации из разных областей знания [5]. Основоположником учения о ритмах в природе является А.В. Шнитников, который обобщив огромный материал по колебаниям общей увлажненности, состояниям уровней водоемов и горных ледников, создал стройную теорию внутривековых и многовековых ритмов. Согласно его данным ритмичность – одно из наиболее ярких и широко распространённых явлений, присущих ландшафтной оболочке, а вместе с тем и той географической среде, в которой существует человек. Начиная с суток, через сезоны и ритм года, через десятилетия и столетия к тысячелетиям и миллионам лет, ритмы – периоды и циклы – неизменно сопровождают развитие ландшафтной оболочки [7].

Поскольку почвы, являющиеся открытыми динамическими природными системами, обладают нелинейными свойствами и испытывают стремление к порядку или хаосу, то исследование ритмов, позволяет осуществлять как ретроспективные реконструкции, так и прогнозы будущего развития природы.

Для выявления природной ритмики используются различные природные объекты. Реконструкция климата по палеопочвенным материалам получила развитие относительно недавно. Однако почвы, погребенные под разновозрастными археологическими памятниками, проявили себя как уникальные объекты для восстановления истории развития ландшафтов и природной обстановки прошлого. Являясь продуктом интегрального взаимодействия природных факторов, палеопочвы фиксируют в своем профиле как состояние почв, так и природных условий времени их погребения.

Целью наших работ было изучение закономерностей циклической изменчивости почв и природных условий юга Русской равнины во второй половине голоцена.

Объекты и методы

Район исследований расположен в пределах южной окраины Русской равнины. Здесь выделяется несколько крупных орографических элементов, в том числе Приазовская и Нижне-Донская равнины, к которым были приурочены исследованные нами объекты.

Объектами изучения были палеопочвы разновозрастных археологических памятников, в том числе курганов эпох бронзы (вторая половина III-II тыс. до н.э.), раннего железа (IV в. до н.э. - I в. н.э.) и средневековья (VIII-XII вв. н.э.). Археологические раскопки проводились в Неклиновском, Мясниковском, Аксайском и Багаевском районах Ростовской области сотрудниками Таганрогского музея (П.А. Ларенок и Е.И. Беспалый), Института археологии РАН (В.Я. Зельдина), НП «Южархеология».

Основным методом исследования послужил почвенно-археологический. В образцах, взятых по генетическим горизонтам, проводились традиционные химические анализы почв (определение группового состава и содержания гумуса, поглощенных оснований, карбонатов, гипса, состава водной вытяжки, гранулометрического состава).

Результаты и обсуждение

Морфолого-химические анализы погребенных и современных почв зафиксировали существенную динамику процессов почвообразования. Наиболее динамичными были процессы, формирующие гумусовый, солевой, гипсовый, карбонатный профили, а также процессы осолонцевания-рассолонцевания. Подробная характеристика палеопочв дана нами ранее [8].

Наиболее мобильный солевой профиль характеризовался циклической изменчивостью: периоды рассоления чередовались периодами засоления. Максимальное количество солей отмечалось 4 тыс. лет назад, на рубеже эр и в раннем средневековье. Закономерности изменчивости гипсового профиля были идентичными динамике солевого профиля. Почвенный поглощающий комплекс (ППК) также зафиксировал значительную динамику его состава: содержание натрия варьировало, что обусловливало неоднократный переход солонцеватости из разряда актуальной в остаточную. Развитие процесса осолонцевания имело место в почвах 4000, 2000 л.н. и в VIII-X вв. н.э. Отмечалась существенная изменчивость показателей гумусового состояния почв. Аридизация климата приводила к усилению степени минерализации и гумификации органического вещества. В итоге общее количество гумуса и его запасы сокращались, формировались более устойчивые его формы, увеличивалась его гуматность. Такой тренд развития гумусового профиля был характерен для почв 4000, 2000 л.н. При увлажнении климата содержание и запасы гумуса возрастали, уменьшалась степень его гуматности. Наиболее ярко это проявилось в скифской почве.

Важной характеристикой степных почв является их карбонатный профиль. На протяжении последних 4000 лет около трети общих запасов карбонатов в профиле почв была динамична, активно трансформировалась в почвенной толще. Наблюдалась динамика содержания и профильного распределения карбонатов, глубины залегания и мощности аккумулятивного горизонта, пространственной дифференциации различных форм морфологических новообразований, их количества и размера.

Выявлено чередование двух основных трендов развития почв.

Один из них характеризовался засолением, степень которого была невысокой и благоприятной для внедрения натрия в ППК и ощелачивания почвенного профиля, иллювиированием гумусовых веществ, формированием призмовидно-столбчатой структуры, образованием преимущественно глазковых форм карбонатных новообразований. К концу хроноинтервала формировались более аридные варианты черноземов - южный чернозем. Такой тренд развития был характерен для хроноинтервалов: 4000-3700; 2300-2000; 1200-1000 лет назад.

Для другого тренда была характерна нисходящая миграция легкорастворимых солей (ЛРС) и гипса, трансформация солонцовых признаков, активное накопление гумуса, преобразование карбонатного профиля с увеличением подвижности карбонатов, выносом их на большие глубины, с ярко выраженным псевдомицелием. В итоге происшедшие изменения приводили к формированию черноземов обыкновенных. Такой тренд развития доминировал в середине III и I тыс. до н.э.

Основной причиной стадийности педогенеза являлись климатические флуктуации. Чередование аридных и гумидных стадий вызывало смену подтипов черноземов и цикличность изменчивости многих процессов. Для установления временных интервалов ритмичности почвообразования были выявлены экстремумы. Поскольку лимитирующим фактором почвообразования в зоне степей является недостаток влаги, то были выделены оптимумы - периоды с максимальным количеством увлажненности и кризисы – наиболее сухие периоды. Определение экстремумов осуществлялось с учетом степени изменчивости индикационных климасенсорных почвенных признаков. Оптимумы – хроносрезы с наиболее благоприятными условиями для процессов гумусообразования, зоогенной активизации, формированием водопрочной зернисто-комковатой структуры. Кризисы – периоды с максимальным проявлением признаков деградации запасов гумуса, структуры, развития процессов засоления и осолонцевания. При разработке концептуальной модели разнопериодной динамики природных условий юга Русской равнины были использованы как собственные данные, так и литературный материал [1, 2, 3].

Выявлены 2000- и 1000-летние временные интервалы в цикличности педогенеза на юге Русской равнины. Оптимум имеет ярко выраженный 2000-летний ритм. Его рубежи фиксируются в середине III тыс. до н.э., в середине I тыс. до н.э., в XIV-XV вв. н.э. и свидетельствуют о наиболее благоприятных условиях для гумусообразования за последние 5000 лет. Почвы этих хроносрезов характеризовались максимальным содержанием гумуса, высокой

биогенностью, прекрасной агрегацией, отсутствием легкорастворимых солей и поглощенного натрия в почвенном поглощающем комплексе. Зональным типом растительности были злаково-разнотравные степи [4].

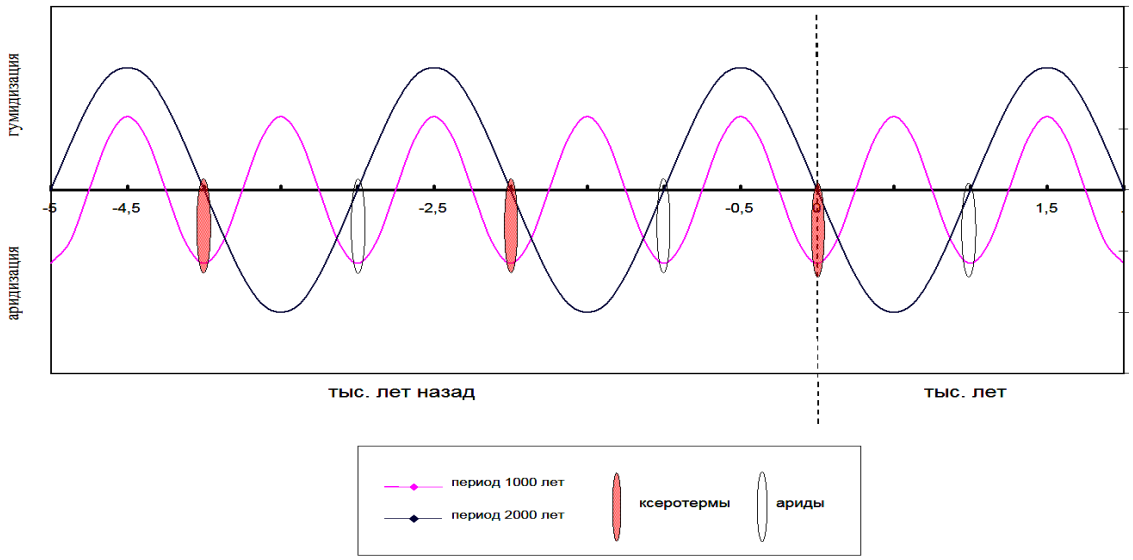


Рис.1. Закономерности циклической изменчивости почв и природных условия юга Русской равнины во второй половине голоцена.

Кризисные периоды фиксировались с периодичностью около 1000 лет. В эти хроносрезы общее количество гумуса сокращалось, формировались малогумусированные почвы с ореховато-призмовидной структурой, наличием легкорастворимых солей, гипса в профиле, развитием процессов осолонцевания. Преобладали ксерофитные злаковые степи [4].

Согласно полученным данным во второй половине голоцена имели место два 2-х тысячелетних цикла и пять тысячелетних. В результате их взаимовлияния выделяются следующие почвенно-климатические периоды. Оптимумы – периоды совмещения максимумов гумидизации разных циклов, при которых усиливается их проявление в природных условиях. Ариды-периоды совмещения минимума увлажненности тысячелетнего цикла с восходящей ветвью увлажненности 2-х тысячелетнего цикла, ослабляющие эффект аридизации. Ксеротермы – периоды совмещения минимума увлажненности тысячелетнего цикла с нисходящей ветвью 2-х тысячелетнего цикла, усиливающие эффект аридизации. Сложен прогноз поведения природной системы в отрезки времени с разнонаправленностью ритмов увлажнения территории.

Выводы

Полученные материалы позволили выявить следующую картину циклической изменчивости увлажненности климата и процессов почвообразования во второй половине голоцене на территории юга Русской равнины. Середина третьего и первого тысячелетия до н.э., а также XIV-XV вв. н.э. характеризовались резонансным взаимовлиянием экстремумов увлажненности 2000 и 1000 цикличности. Относительно влажный и прохладный климат в эти хроноинтервалы способствовал интенсивному

гумусообразованию, увеличению продуктивности растительных ценозов. Скифский экстремум увлажненности сменился в III в. до н.э. - I в. н.э. резкой аридизацией, степень которой была сравнима с суббореальным ксеротермом, фиксируемым около 4000 лет назад. Среднесарматское время явилось переходным от аридных условий к более гумидным, при этом значительные изменения природной обстановки зафиксированы уже в конце I в. н.э. Сухой климат раннего средневековья сменился экстремальной увлажненностью его финальной части (XIV-XV вв. н.э.). Аридизация климата активизировала развитие в почвах региона процессов засоления, осолонцевания, карбонатизации, а также минерализации и пептизации гумуса. Признаки аридного педогенеза зафиксированы в почвах 4000-3700, 2200-2000 л.н. и 1200-1000 лет назад. Современный этап развития природных систем относится к «ксероариду», периоду, характеризующимуся максимальным развитием аридизации степных ландшафтов. Планирование мероприятий по реставрации природного разнообразия степей, развитию устойчивого сельского хозяйства в регионе необходимо осуществлять с учетом прогноза природного тренда развития степных ландшафтов.

Литература

[1] *Герасименко Н.П.* Природная среда обитания человека на юго-востоке Украины в позднеледниковье и голоцене (по материалам палеогеографического изучения археологических памятников). / Археологический альманах. №6. Донецк, 1997. С. 3-64.

[2 *Демкин В.А., Дергачева М.И, Борисов А.В., Рысков Я.Г., Олейник С.А.* Эволюция почв и изменение климата восточноевропейской полупустыни в позднем голоцене. / Почвоведение. 1998. №2. С. 148-157.

[3] *Золотун В.Н.* Развитие почв юга Украины за последние 50-45 веков. Автореф. дисс. д-ра с.-х. наук. Киев, 1974. 74 с.

[4] *Кременецкий К.В.* Природная обстановка голоцена на Нижнем Дону и в Калмыкии. / Степь и Кавказ. Тр.ГИН. М., 1997. Вып. 97. С. 30-45

[5] *Максимов Е.В.* Ритмы на Земле и в Космосе. Тюмень, 2005. 312 с.

[6] *Монин А.С., Сонечкин Д.М.* Колебания климата. М.: Наука, 2005. 192 с.

[7] *Шнитников А.В.* Изменчивость общей увлажненности материков Северного полушария. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1957. 337 с.

[8] *Pesochina L.S.* The Regularities of the Late Holocene Soil Formation in the Lower Don Steppes. / Eurasian Soil Science, 2010, Vol. 43, No.13, pp.1-10.

Summary.The study concentrated on the chronosequence, comprising paleosoils buried some 4500, 4000, 3700, 2400, 2000, 1900, and 1200 years ago under archaeological monuments and modern soils in the Rostov region. Considerable changes in soils at some chrono-cuts were observed. These changes were characterized by cyclicity with different temporal intensity and amplitude of soil parameter changes for some periods. Leaching of salts (easily soluble, gypsum, carbonates) as well as the development of solonetzicity processes were the most dynamic effects and were closely connected with climatic conditions. Various temporal lengths in the soil-forming cyclicity were revealed. The 2000- and 1000-years rhythms were the best distinguished.

ОСОБЕННОСТИ ГЕНЕЗИСА КОТЛОВИН И СТРОЕНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕР КАРЕЛИИ

М.С. Потахин, Н.А. Белкина
ФИЦ «Карельский научный центр РАН», г. Петрозаводск mpotakhin@mail.ru

FEATURES OF DEPRESSIONS GENESIS AND SEDIMENTS STRUCTURE OF KARELIAN LAKES

M.S. Potakhin, N.A. Belkina
Karelian Research Center of RAS, Petrozavodsk

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы происхождения озерных котловин и особенности седиментогенеза водоемов Карелии. Проведено районирование территории и дана типология озер по их генезису, особенностям вмещающего рельефа и строению донных отложений.
Ключевые слова: озерная котловина, генезис озер, рельеф, донные отложения, седиментогенез.

Введение

В настоящее время существует большое количество классификаций, устанавливающих происхождение котловин озер. Например, Ю. П. Пармузин [9] при построении генетической классификации выделил 5 классов котловинообразования (эндогенный, экзогенный, биогенный, космогенный и антропогенный), соответствующих главнейшим формам движения компонентов природы и определяющих параметры и долговечность котловин. Типы котловин были выделены по главнейшим рельефообразующим факторам, приводящим к образованию впадин, замыкающих сток (тектонические, вулканические, ледниковые и т.д.). Признаком третьей ступени классификации – рода котловин, является геоморфологическая форма. Д. Д. Квасов [8] в основу классификации озерных котловин ставил не только их происхождение, но и возраст, так как озерные котловины не всегда являются одновозрастными рельефу окружающих территорий. В возрастно-генетической классификации им было выделено 5 основных классов озер: возникшие в отдаленном геологическом прошлом; возникшие во время плейстоценового оледенения; возникшие на рубеже позднеледниковья и голоцена; возникшие в результате повышения уровня океана; продолжающие возникать в настоящее время.

Перераспределение вещества в процессе эволюции ландшафта изменяет рельеф и морфометрические характеристики котловин, где накапливается осадочный материал. Целью исследования является выявление связей между морфогенетическими особенностями котловин и процессом озерного накопления.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования являются озерные системы разных ландшафтных зон восточной части Балтийского щита, расположенные на территории Карелии: Вохтозерская, Западно-Карельская возвышенности и возвышенность Маанселькя, Северное Приладожье и Заонежский полуостров. Сбор данных и анализ материала проводился с помощью: теоретических (анализ и обобщение литературных источников) и эмпирических (полевые

исследования, лабораторные анализы, геоинформационный, картографический, пространственно-временной анализ) методов исследования.

Результаты и обсуждение

Современная гидрографическая сеть Карелии начала формироваться после деградации покровного оледенения в позднем плейстоцене и окончательно оформилась в голоцене. Первыми освобождались ото льда южные районы, где в тектонической депрессии на границе Русской плиты и Фенноскандинавского щита около 15-14 тыс. л.н. начали формироваться крупные приледниковые озера. В дальнейшем, в результате отступления ледника на север и потери связи озер с ним, размеры водоемов существенно сократились. В настоящее время на их месте располагаются крупнейшие пресноводные водоемы Европы – Ладожское и Онежское озера.

По особенностям формирования и развития озера Карелии можно разделить на два класса – озера, котловины которых являлись в прошлом частью крупных приледниковых бассейнов (реликтовые озера), и озера, развитие котловин которых происходило независимо от приледниковых водоемов. При этом в каждом классе можно выделить озера как эндогенного (тектонического), так и экзогенного (преимущественно, ледникового) генезиса.

Озера первого класса расположены на относительно низких абсолютных отметках. Котловины крупных озер связаны с зонами глубинных разломов на границе крупных геологических структур. Котловины малых озер имеют либо тектоническое (тектонические нарушения, синклинальные и антиклинальные складки), либо ледниковое происхождение (остаточные котловины в пределах озерно-ледниковых равнин) [5]. Для озер этого класса характерно наличие в нижней части разрезов донных отложений мощной (до десятка метров) толщи ленточных глин – отложений озерно-ледникового генезиса, формировавшихся в условиях прогляциальных озер (сезонное поступление потоков наносов с талыми водами с ледникового щита).

Озера второго класса расположены на более высоких отметках и включают котловины ледникового и тектонического происхождения [5]. К ледниковым озерам относят аккумулятивные котловины, развитые в пределах значительных площадей распространения ледниковых и водно-ледниковых аккумулятивных форм рельефа, подпрудные котловины, подпруженные краевыми образованиями ледника и просадочные котловины, образовавшиеся в результате таяния глыб «мертвого» льда. К тектоническим озерам – сложные и простые грабены, приразломные котловины в пределах распространения денудационно-тектонического рельефа.

Согласно Л. Л. Россолимо [12] территория Карелии находится в пределах области железо-кремне-гумусового накопления, где основным типологическим показателем озерного седиментогенеза является накопление органического автохтонного и аллохтонного вещества, а другие виды озерного накопления выражены слабо. Состав горных пород и условия таежной зоны с ее подзолистыми почвами определяют подвижность железа и марганца, и обеспечивают источники их поступления в озера, где в донных отложениях

(железистые илы и пески, железо-марганцевые рудные образования) происходит накопление устойчивых соединений этих элементов. Климатические различия северной и южной Карелии определяют деление территории по преобладающему типу донных отложений на две подобласти: железо-кремневого (Ia) и железо-гумусового (Ib) типа озерного накопления (рис. 1).

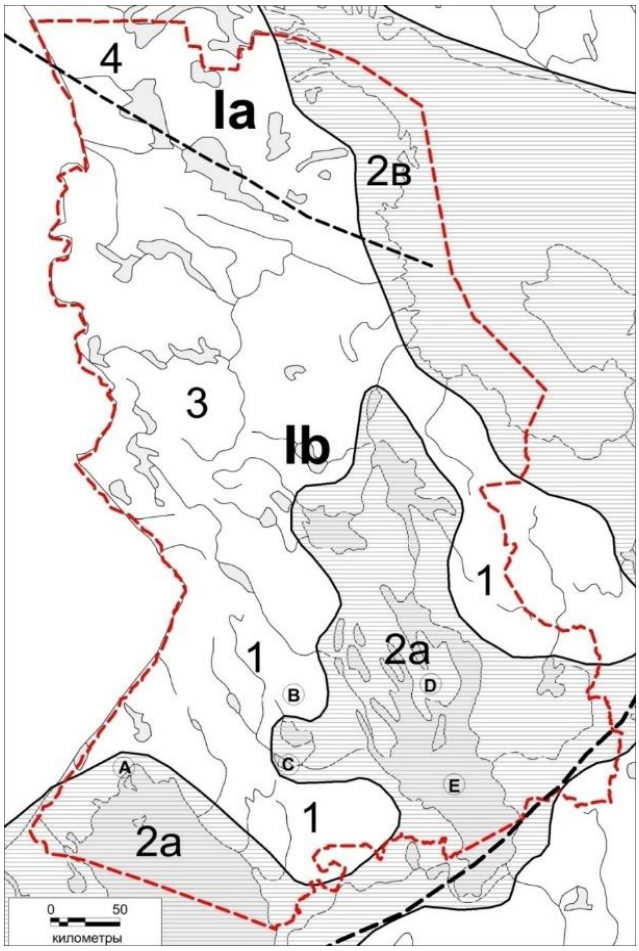


Рис.1. Районирование территории Карелии по генезису озерных котловин и особенностям озерного накопления. Ia и Ib – подобласти озерного накопления, 1-4 – озерные районы (табл.). A – озера Северного Приладожья; B – озера Вохтозерской возвышенности; C – оз. Шотозеро; D – озера Заонежского полуострова; E – Онежское озеро.

Современные данные о химическом составе поверхностных донных отложений озер Карелии (коллекция ИВПС КарНЦ РАН) показывают, что в пределах любого крупного природно-территориально комплекса, например, бассейна Онежского озера, можно найти озера, относящиеся к разным типам накопления и находящимися на разной стадии развития их экосистем [2].

Различия в процессе пространственно-временной трансформации водоемов, функционирующих в одних и тех же климатических условиях, определяются ландшафтными особенностями водосборов (состав горных пород, рельеф, почвы, растительность, хозяйственная деятельность и т.д.) и особенностями самих водоемов (морфология котловины, гидрологический режим, химический состав воды, биологические характеристики) [1].

Анализ литературных и архивных данных о морфометрических характеристиках озерных котловин и стратиграфии донных отложений позволяет выявить связь генезиса котловин и особенностей процесса озерного накопления. Для условий Карелии выделены следующие группы водоемов, соответствующие основным орографическим районам и обладающие индивидуальными особенностями седиментогенеза (табл. 1).

(1) Водоемы ледниковых возвышенностей. Озера ледниково-аккумулятивного происхождения в пределах развития конечных ледниковых образований и ледораздельных аккумулятивных возвышенностей [10]. Для них характерно наличие в нижней части разрезов донных отложений глин, суглинков и/или супесей, перекрытых органическими илами, накопление которых началось около 10 тыс. л.н. Примером таких водоемов могут быть озера Вохтозерской возвышенности, где в настоящее время в малых водоемах преобладает железо-кремне-гумусовый тип накопления. В водоемах площадью более 1 км – железо-гумусо-кремниевый тип накопления [3, 6].

(2) Водоемы озерно-ледниковых равнин. Озера остаточного (реликтового) и тектонического генезиса, приурочены к депрессии на границе Фенноскандинавского щита и Русской плиты. На юге подобласти – это озера подобласти железо-гумусового накопления (2а), а на севере – подобласти железо-кремневого накопления (2в) (рис.). Для них характерно наличие в нижней части разрезов донных отложений ленточных глин (начало накопления ок. 15-14 тыс. л.н.), перекрытых илами (начало органогенного накопления около 10 тыс. л.н.). Примером таких водоемов могут быть озера Северного Приладожья и Заонежья [7, 11]. В настоящее время в этих озерах ярко проявляется дифференциация по типу накопления, определяемая различиями ландшафтных условий локальных водосборов. Например, на относительно небольшой территории Заонежского полуострова встречаются озера не только смешенного типа накопления (железо-кремне-гумусовый, железо-гумусо-кремниевый, или гумусо-железо-кремниевый), но и малые озера, которые можно отнести к монотипу (гумусовый и кремниевый) [1-4, 6, 14, 15, 17].

Таблица 1

Типология озер по генезису котловин и особенностям озерного накопления

Тип (под-тип)		Преобладающий генетический тип рельефа	Преобладающий тип котловин	Особенности строения донных отложений / преобладающий тип озерного накопления	
1		Ледниковый и водно-ледниковый (ледораздельные аккумулятивные возвышенности)	Ледниковый (сложные и простые аккумулятивные, просадочные, подпрудные и др.)	Глины, суглинки и/или супеси, перекрытые органическими отложениями (илами)	железо-кремне-гумусовый
2	2а	Денудационно-тектонический и водно-	Тектонический (сложные и простые грабены, прилазломные котловины)	Ленточные глины, перекрытые органическими	железо-кремне-гумусовый

	2в	аккумулятивный (озерные и морские равнины)	Ледниковый (остаточные, реликтовые, остаточно-аккумулятивные)	отложениями (илами и диатомитами)	железо-гумусо-кремневый
3		Денудационно-тектонический и ледниково-аккумулятивный	Ледниковый (аккумулятивные и др.) Тектонический (грабены, прилазломные котловины и др.)	Глины, суглинки и/или супеси, перекрытые органическими отложениями	железо-кремне-гумусовый
4		Денудационно-тектонический и ледниково-аккумулятивный	Тектонический (грабены, прилазломные котловины и др.) Ледниковый (аккумулятивные и др.)	Глины, суглинки и/или супеси, перекрытые органическими отложениями	железо-гумусо-кремневый

(3) Водоемы Западно-Карельской возвышенности. Озера тектонического и ледниково-аккумулятивного происхождения, расположенные в районах развития денудационно-тектонического, водно-ледникового и ледниково-аккумулятивного рельефа. Относятся к подобласти железо-гумусового накопления. Для них характерно наличие в нижней части разрезов донных отложений глин, суглинков и/или супесей, перекрытых илами (начало органогенного накопления около 10-9.5 тыс. л.н.) [13, 16].
(4) Водоемы возвышенности Маанселькя. Озера тектонического и ледникового генезиса, приурочены к району развития денудационно-тектонического и водно-ледникового рельефа подобласти железо-кремневого накопления. Для них характерно наличие в нижней части разрезов донных отложений валунных супесей и песков, перекрытых илами и диатомитами (начало органогенного накопления около 9.5-9.0 тыс. л.н) [13, 16].

Выводы

Для условий Карелии выделены 4 группы водоемов, соответствующие основным орографическим районам и обладающие индивидуальными особенностями седиментогенеза: озера ледораздельных аккумулятивных возвышенностей, озерных и морских равнин и озера, сформировавшиеся в зоне развития денудационно-тектонического рельефа.

Установлено, что морфогенетический фактор и ландшафтные условия водосборов являются азональными факторами, которые влияют на процесс пространственно-временной трансформации озер Карелии в ходе их развития с момента последней дегляциации.

Работа выполнена в рамках госзадания ИВПС КарНЦ РАН при поддержке гранта РФФИ 18-45-100002

Литература

[1] *Белкина Н.А.* Особенности современного седиментогенеза водоемов гумидной зоны на примере озер Карелии. / Материалы III-ей Всероссийской научной конференции «Экологические проблемы северных регионов и пути их решения». Апатиты, 2010. С. 156-159.

[2] *Белкина Н.А.* Особенности формирования химического состава современных донных отложений водоемов бассейна Онежского озера. / Озера Евразии: проблемы и пути их решения. Материалы 1-й Международной конференции. Петрозаводск, 2017. С. 314-320.
[3] *Белкина Н.А.* Донные отложения. / Озера Карелии. Справочник. Ред. Н.Н. Филатов, В. И. Кухарев. Петрозаводск, 2013.
[4] *Белкина Н.А.* Донные отложения Заонежского полуострова. / Экологические проблемы освоения месторождения Средняя Падма. Петрозаводск, 2005. С. 65-71.
[5] *Бискэ Г.С., Лукашев А. Д.* Генетическая классификация озерных котловин Карелии. / Труды Всесоюзного симпозиума по основным проблемам пресноводных озер. Т. II. История озер. Вильнюс, 1970. С. 258-274.
[6] *Васильева Е.П., Поляков Ю.К.* Каталог озер Карелии: донные отложения. Петрозаводск, 1992. 154 с.
[7] *Гурбич В.А., Потахин М.С., Субетто Д.А*. Стратиграфия донных отложений реликтовых водоемов Онежского озера (на примере оз. Анашкино). / Астраханский вестник экологического образования. 2017. № 3 (41). С. 4-13.
[8] *Квасов Д.Д*. Возрастно-генетическая классификация котловин озер северной и центральной Евразии. / Известия ВГО. 1986. Т. 118.Вып. 6. С. 487-492.
[9] *Пармузин Ю.П.* Генетическая классификация озерных котловин. / Круговорот вещества и энергии в озерных водоемах. Новосибирск, 1975. С. 406-414.
[10] *Потахин М.С.* Морфологические особенности озер ледораздельных аккумулятивных возвышенностей. / География: инновации в науке и образовании. Материалы Международной конференции LXVI Герценовские чтения. СПб., 2013. С. 193-196.
[11] *Потахин М.С.* Новые данные по морфологии озер Заонежского полуострова / Общество. Среда. Развитие. 2017. № 3 (44). С. 91-98.
[12] Россолимо Л.Л. Основы типизации озер и лимнологическое районирование // Накопление вещества в озерах. М., 1964. С. 5-46.
[13] *Синькевич Е.И., Экман И.М.* Донные отложения озер восточной части Фенноскандинавского кристаллического щита. Петрозаводск, 1995. 176 с.
[14] Современное состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1992-1997 гг. Петрозаводск, 1998. 188 с.
[15] Состояние водных объектов Республики Карелия по результатам мониторинга 1998-2006 гг. Петрозаводск, 2007. 200 с.
[16] *Шелехова Т.С., Лаврова Н.Б.* Донные отложения озер Карелии: палеоэкологические и палеоклиматические реконструкции. / Геология Карелии от архея до наших дней. Петрозаводск, 2011. С. 204-212.
[17] *Шелехова Т.С., Субетто Д.А*. Диатомовые водоросли донных отложений озер Заонежья. / Труды КарНЦ РАН. 2016. No 5. Сер. Лимнология. С. 88-105.

S u m ma r y. The article deals with the origin of lake depressions and the structure of lake deposits of Karelia. The territory zoning and typology according to features of relief and genesis of lakes and sediments are performed.

РИТМИЧНОСТЬ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ И ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В БАССЕЙНЕ Р. КУЙТУНКИ (ЗАПАДНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ) В ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЬЕ И ГОЛОЦЕНЕ

Ю.В. Рыжов*, В.А. Голубцов**, М.Ю. Опекунова**
**ИЗК СО РАН, **ИГУ, г. Иркутск, ryzhovyurij@yandex.ru,*
***ИГ СО РАН, г. Иркутск, tea_88@inbox.ru, opek@mail.ru*

THE RHYTHM OF SEDIMENTATION AND SOIL FORMATION IN THE BASIN OF THE RIVER KUITENKI (WESTERN TRANSBAIKALIA) IN THE LATE GLACIAL AND HOLOCENE.

Y.V. Ryzhov*, V.A. Golubtsov**, M.Y. Opekunova**
**Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk,*
***V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk*

Аннотация. Проведены детальные комплексные исследования и радиоуглеродное датирование отложений и почв речных террас, склонов, долин временных водотоков в бассейне р. Куйтунки (Западное Забайкалья). Выявлены этапы седиментации и почвообразования в позднеледниковье и в голоцене, реконструированы природно-климатические условия
Ключевые слова: осадконакопление, почвообразование, позднеледниковое, голоцен, Западное Забайкалье

Введение

Водосборные бассейны малых рек реагируют на природно-климатические и антропогенные изменения. Они фиксируются в отложениях склонов, долин временных и постоянных водотоков, этапах активизации, затухания и смены экзогенных процессов, погребенных почвах. Аллювий и покровные отложения отражают этапы ландшафтно-климатические изменения.

Регион, объекты и методы исследования

Нами проведено комплексное изучение разрезов отложений первой и второй надпойменных террас р. Тарбагатайки, склонов и долин временных водотоков в бассейне р. Куйтунки в Западном Забайкалье, содержащих большое количество горизонтов ископаемых почв, торфа. Получены серии радиоуглеродных датировок.

Результаты исследований

В разрезах отложениях надпойменных террас, пойм, долин временных водотоков, склонов выявляется чередование этапов седиментации и почвообразования, отражающих природно-климатическую ритмичность позднеледниковтья и голоцена (последних 14,6 тыс. лет). В аллювиальных отложениях погребенные почвы отражают фазы снижения активности флювиальных процессов, зарастания пойм травянистой и кустарниковой растительностью. Пойменный аллювий аккумулировался во время высоких паводков. После завершения накопления аллювия и геоморфологического оформления террас гумусовые горизонты формировались в фазы снижения темпов экзогенных процессов при увлажнении климата.

Аллювий второй надпойменной террасы р. Тарбагатайки высотой 7-9 м, накапливался в позделедниковье и раннем голоцене (14-8,0 тыс. кал. л.н.). Осадки покровного генетического комплекса – в среднем-позднем голоцене (<8 тыс. кал. л.н.). На первой надпойменной террасе высотой 4-6 м, вскрыты аллювиальные отложения возрастом 7-3,4, покровные – моложе 3,4 тыс. кал. л.н. На склонах и долинах временных водотоков в разрезах осадков выявлена почвенно-седиментационная последовательность накопления. Для разреза Надеино в днище балки изучен спорово-пыльцевой спектр, реконструированы этапы формирования ландшафтов в позднеледниковье – среднем голоцене. Более детально рассмотрим формирование отложений террас.

Позднеледниковье (14,6-11,7 тыс. кал. л.н.)

В долине Тарбагатайки в позднеледниковье происходили резкие природно-климатические изменения. В потепление, сопоставляемое с интерстадиалом беллинг-аллеред (14,6-12,9 тыс. кал. л.н.) В основании разреза второй террасы залегает русловой аллювий возрастом >13 тыс. кал. л.н. Аллювий в верхней части имеет пологоволнистую слоистость, ожелезнен и перекрыт маломощной (7 см) гумусированной супесью (погребенной почвой) возрастом 13-12,7 тыс. кал. л.н. Почва имеет волнистым залегание со следами мерзлотных деформаций. Фаза педогенеза свидетельствует о расширении поймы реки, снижении высоты паводков, зарастании поймы древесной и кустарниковой растительностью. Речная долина в это время характеризовалась меандрирующим руслом.

Следующий этап резких климатических изменений коррелируется с позднеледниковым стадиалом поздний дриас (12,9-11,7 тыс. кал. л.н), В долине р. Тарбагатайки на интерстадиальной почве залегают аллювиальные пески и супеси возрастом, соответственно, 12,7-12,1 и 12,1-11,7 тыс. кал. л.н. В долине р. Тарбагатайки до 12 тыс. кал. л.н. преобладали меандрирующие типы русел, которые позже 12-11,7 тыс. кал. л.н. сменились на многорукавные. Поступление наносов в русло реки со склонов и из долин временных водотоков, снижение увлажнения и расходов воды привело к измельчению пойменных отложений во второй половине стадиала. Аллювиальные отложения оглеены, включают многочисленные пятна ожелезнения, что свидетельствует об их формировании в условиях многолетней мерзлоты и слабого дренажа. На склонах, в днищах балок и в долинах временных водотоков в бассейне р. Куйтунки 12,9-11,7 тыс. кал. л.н. накапливались эолово-делювиальных отложения, выделяются 1-3 горизонта с криотурбациями [1, 2]. В долине реки широко были представлены наледи. Согласно палеклиматическим реконструкциям доминировали тундрово-степные ландшафты [3, 4].

Голоцен

Раннеголоценовые отложения в долине р. Тарбагатайки представлены почвенно-седиментационной серией возрастом 11,7-10,6 тыс. кал. л.н. Начало голоцена ознаменовалось резким потеплением и увлажнением климата [4]. В долине реки в условиях потепления и увлажнения возросли объемы стока воды, сократились высоты экстремальных паводков, увеличилось поступление

наносов с водосбора вследствие активизации эрозионно-аккумулятивных процессов. Отчетливо выявляются три пачки аллювия возрастом 11,7-11,3, 11,3-11 и 11-10,6 тыс. кал. л.н. Вверх по разрезу постепенно возрастает доля песчаных наносов, сокращение супесчаных и суглинистых. Нижняя пачка представлена ожелезненными супесями и суглинистыми почвами. Наиболее мощный гумусовый горизонт (13-20 см) ископаемой почвы залегает в основании пачки и датируется 11,7-11,4 тыс. кал. л.н. Две верхних почвы представляют собой проработанные педогенезом наилки, разделенные слоем суглинков с обильными раковинами моллюсков. Формирование супесей и суглинков, почв свидетельствует о снижении высоты паводков, углублении русел, врезании реки. Происходило сокращение числа русел. На месте широких плоских водотоков сформировались узкие глубокие русла. На пойме во время паводков накапливались песчаные и супесчаные отложения, формировались почвы.

Волнистые границы горизонтов отложений и глеевых почв свидетельствуют о формировании на пойме заболоченных участков с небольшими мерзлотными формами рельефа (туфурами). В понижениях поймы аккумулировались буроватые ожелезненные супеси, оглиненные пески с белесым оттенком за счет включения большого количества раковин моллюсков и единичных раковин остракод. Пойма начали зарастать травянистой и кустарниковой растительностью. В начале голоцена на водоразделах и склонах начался процесс разрушения мерзлотного полигонального (бугристо-западинного рельефа).

В условиях расчлененного рельефа и широкого распространения лессовидных отложений в начале голоцена произошла перестройка верхних звеньев эрозионной сети и поступление в долины временных и постоянных водотоков отложений. В самом начале голоцена аллювиальные отложения еще содержат многочисленные признаки ожелезнения и оглеения, что говорит о постепенном процессе оттаивания многолетнемерзлых пород и почв в начале голоцена [5]. Вторая пачка отложений возрастом 11,3-11 тыс. кал. л.н., характеризуется чередованием аллювия и гумусовых горизонтов почв. Увеличение состава пылеватых и глинистых частиц в аллювии р. Тарбагатайки связано с похолоданием и аридизацией климата 11,3-11 тыс. кал. л.н. В интервал 11-10,6 тыс. кал. л.н. накапливались аллювиальные пески. В условиях периодического затопления и последующего осушения речные песчаные осадки и почвы на пойме были подвержены дефляции. В бассейне р. Куйтунки и в Селенгинском среднегорье по материалам изученных разрезов 11-10,6 тыс. кал. л.н. накапливались прослои почв, разделенные отложениями, происходило заполнением эрозионных форм рельефа [1].

Вторая половина раннего и начало среднего голоцена (10,6-8,0 тыс. кал. л.н.) в долине р. Тарбагатайки характеризуется накоплением аллювиальных осадков на пойме и почвообразованием. В разрезе отложений второй террасы выделяются три слоя песков разделенные двумя погребенными почвами. Аккумуляция песчаного аллювия на пойме свидетельствует об увеличении расходов воды, периодическом поступлении песчаных наносов на пойму.

Почвы отражают этапы снижения флювиальной активности. Наиболее мощная аллювиальная пачка (57 см) формировалась 10,6-8,9 тыс. кал. л.н. Около 8 тыс. кал. л.н. в результате высоких паводков произошел врез реки, образовалась вторая надпойменная терраса и начала формироваться современная первая терраса р. Тарбагатайки, прислоненная ко второй террасе.

В бассейне р. Куйтунки и Селенгингском среднегорье в этот временной интервал выделяется два этапа осадконакопления (10.5-9.4; 8.3-7.8 тыс. кал. л.н.), разделенные этапом педогенеза (9.4-8.3 кал. л.н.) [1]. Если в долине реки Тарбагатайки накапливались аллювиальные песчаные осадки, то в долинах временных водотоков и на склонах активно прокали делювиальные и эоловые процессы. В погребенном овраге (разрез Куйтун) 10,6-10,5 тыс. кал. л.н. датирован эрозионный врез. Погребенная почва выстилает его и имеет возраст 10,5-10,3 тыс. кал. л.н. и фиксирует начало заполнения эрозионной формы второй генерации [1].

Средний голоцен. Врезание реки обусловило начало формирования аллювия первой и покровных отложений второй надпойменных террас р. Тарбагатайки. В основании разреза первой залегают разнозернистые пески с дресвой и щебнем русловой фации аллювия [6]. Резкая граница между отложениями русловой и пойменной фациями аллювия свидетельствует о врезании реки на 1-2 м. Накопление руслового аллювия ~7,4-7,0 тыс. кал. л.н. совпадает с завершающей фазой повышенной водности и началом прогрессирующего снижения количества осадков 7-6,5 тыс. кал. л.н. [3].

В интервал 7,0-5,4 тыс. кал. л.н. на пойме формировались две 6погребенные почвы. Этот временной промежуток рассматривается как оптимум голоцена [5]. В это время (7-6 тыс. кал. л.н.) отмечен этап интенсивного почвообразования (7,8-5,4 тыс. кал. л.н.) в ландшафтах Селенгинского среднегорья [1]. Аккумуляция гумусированных песков и супесей в результате размыва и смыва с водосбора датируются 5,4-4,5 тыс. кал. л.н. Она связана с похолоданием, зафиксированным в это время на исследуемой территории [6]. Снижение увлажнения привело к увеличению площадей открытых пространств, усилению смыва, размыва, эоловых процессов на водосборе реки, поступлению наносов в русло и увеличению темпов аккумуляции. Природные условия этого этапа развития характеризовались сменой похолоданий и потеплений, увлажнения и иссушения при общем тренде к аридизации климата.

Поздний голоцен. В отложениях первой надпойменной террасы ~ 4,5-4,3 тыс. кал. л.н. проявились этап врезания реки на 1-2 м, активизации эрозионно-аккумулятивных процессов, быстрого заполнения днищ эрозионных форм лессовидными супесями. В разрезе террасы вскрыта погребенная эрозионная форма глубиной 1,2, шириной 2-2,5 м. Причиной врезания реки могло быть кратковременное повышение расходов воды, о чем свидетельствуют многочисленные включения дресвы в отложениях этого времени.

4,3-3,5 тыс. кал. л.н. – аккумуляция на пойме аллювиальных и аллювиально-пролювиально-делювиальных отложений, активное проявление эоловых и эрозионно-аккумулятивных процессов на водосборе реки. Осадки

этого времени содержат обильные углистые включения, свидетельствующие о сильных пожарах. Последние привели к активизации оврагообразования и смыва почв с водосбор, поступление наносов в днище долины. Произошла смена преимущественно руслового этапа формирования стока наносов на бассейновую. 3,5-3,4 тыс. кал. л.н. во время высоких паводков произошло врезание русла р. Тарбагатайки на 1,5-2 м. и пойма стала первой террасой. Началось формирование отложений современной высокой поймы.

3,4-1,0 тыс. кал. л.н. шло накопление эолово-делювиальных супесей и суглинков, формирование почв в условиях террасы. Выделяется 4 этапа почвообразования. Фазы активизации экзогенных (эоловых и делювиальных) процессов отражают более аридные климатические условия. Отложения и почвы возрастом 3,0-2,6 тыс. кал. л.н. криотурбированы. В течение последней 1 тыс. лет накапливались пролювиальные пески вследствие природно-климатических флуктуаций и усиления антропогенного воздействия.

Заключение

Выделены этапы седиментации, педогенеза, врезания и заполнения долин рек и временных водотоков, отражающие природно-климатическую ритмичность позднеледниковья и голоцена Западного Забайкалья.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (№ 17-29-05064 офи_м).

Литература

[1] *Голубцов В.А., Рыжов Ю.В., Кобылкин Д.В.* Почвообразование и осадконакопление в Селенгинском среднегорье в позднеледниковье и голоцене. Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2017, 139 с.

[2] *Рыжов Ю.В., Голубцов В.А.* Криогенез и развитие эрозионных форм рельефа в лесостепных ландшафтах Селенгинского среднегорья в позднеледниковье и голоцене. / Геоморфология. 2018. № 2, С. 88-97.

[3] *Безрукова Е.В., Тарасов П.Е., Кулагина Н.В., Абзаева А.А., Летунова П.П., Кострова С.С.* Палинологическое исследование донных отложений озера Котокель (район о. Байкал). / Геология и геофизика. 2011. Т. 52. №4, С. 586-595.

[4] *Tarasov P.E., Bezrukova E.V., Krivonogov S.K.* Late Glacial and Holocene changes in vegetation cover and climate in southern Siberia derived from a 15 kyr long pollen record from Lake Kotokel. / Climate of the Past. 2009. Vol.5, P. 285-295.

[5] *Воробьева Г.А*. Почва как летопись природных событий Прибайкалья: проблемы эволюции и классификации почв. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2010, 205 с.

[6] *Рыжов Ю. В., Голубцов В.А.* Экзогенные процессы и почвообразование в малом речном бассейне Западного Забайкалья во второй половине голоцена. / География и природные ресурсы. 2017. № 3, С. 114-125.

S u m m a r y. Detailed comprehensive studies and radiocarbon Dating of sediments and soils of river terraces, slopes, valleys of temporary watercourses in the basin of the river Kuitunki (Western Transbaikalia) were carried out. The stages of sedimentation and soil formation in the late glacial and Holocene regions were identified, and climatic conditions were reconstructed.

РАЗВИТИЕ ЭРОЗИОННО-АККУМУЛЯТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ В ОВРАЖНО-БАЛОЧНОЙ СИСТЕМАХ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ В ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЬЕ И ГОЛОЦЕНЕ

Ю.В. Рыжов*, М.Ю. Опекунова**, С.А. Макаров**, Т.Г. Рященко*,
Н.Н. Ухова*, С.И. Штельмах*, И.Ю. Овчинников ***
**ИЗК СО РАН, г. Иркутск, ryzhovyurij@yandex.ru*
***ИГ СО РАН, г. Иркутск, opek@mail.ru*
**** ИГиМ СО РАН, г. Новосибирск, c14ovchinnikov@gmail.com*

THE DEVELOPMENT OF EROSION-ACCUMULATION PROCESSES IN GULLY SYSTEMS OF THE WESTERN TRANSBAIKALIA IN THE LATE GLACIAL AND HOLOCENE

Y.V.Ryzhov*,**, M.Y. Opekunova**, S.A. Makarov**, T.G. Ryaschenko*,
N.N. Ukhova*, S.I. Shtel'makh*, I.Y.Ovchinnikov***
**Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk,*
***V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk*
****V.S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy SB RAS, Novosibirsk*

Аннотация. Проведены детальные комплексные исследования и радиоуглеродное датирование отложений и почв долин временных водотоков в Западном Забайкалье. Выявлены этапы и фазы врезания и заполнения осадками эрозионных форм в позднеледниковье и голоцене. Установлена неоднократная смена ведущих экзогенных процессов, участвующих в заполнении долин временных водотоков.
Ключевые слова: балка, падь, эрозия, аккумуляция, почвообразование, позднеледниковье, голоцен, Западное Забайкалье.

Введение

Современное распространение оврагов в Восточной Сибири связано с сочетанием природных и антропогенных факторов. Опубликовано большое число статей и монографий, посвященных развитию оврагов [1-3]. Гораздо меньше исследований рассматривают этапы заполнения оврагов [4]. Развитие современных форм размыва зависит от типа унаследованного ландшафта [5]. Овраги часто распространены в днищах балок, падей выполненных разнообразными поздненеоплейстоценовыми и голоценовыми отложениями. Их называют донными или вторичными формами размыва. В днищах балок, падей вскрываются погребенные эрозионные формы прежних этапов врезания и заполнения оврагов [6]. Поэтому изучение морфологии погребенных форм размыва, выявление этапов врезания и заполнения важно для прогноза эволюции оврагов, установления факторов, контролирующих аккумуляцию [4].

Овражная эрозия является ведущим экзогенным процессом в образовании оврагов. Овраги может развиваться в отрицательных формах рельефа, созданных другими суффозией, карстом, оплываем, оползанием, криогенным растрескиванием. Ведущими процессами, участвующими в эволюции оврагов в умеренных широтах Евразии, являются эрозия, суффозия, гравитационные массовые движения [3, 5]. В условиях лесостепных и степных ландшафтов Забайкалья к ним следует добавить эоловые процессы. Их роль особенно была высока в холодные эпохи позднего неоплейстоцена и в фазы похолодания и аридизации климата в голоцене.

Район, объекты и методы исследования

Районом исследования является Западное Забайкалье, где широко распространены лощины, балки, пади, выполненные полигенетическими поздненеоплейстоценовыми и голоценовыми осадками, разделенными горизонтами погребенных почв. Проведено детальное стратиграфическое описание разрезов отложений, балок, современных и погребенных оврагов, отобраны образцы на физико-химический анализ. В лаборатории инженерной геологии и геоэкологии, и Центре коллективного пользования (ЦКП) «Геодинамика и геохронология» Института земной коры СО РАН выполняются комплексные лабораторные исследования отложений. В камеральных условиях проводился визуальный просмотр воздушно-сухих образцов с выделением литологических разновидностей (ps – песок; ps* –связный или глинистый песок; gln – супесь). На основании полевой документации и визуального просмотра фиксируется расположение в разрезе погребенных почвенных горизонтов (ппг). В лабораториях «Геоморфологических и палеогеографические исследования полярных регионов и Мирового океана» СПбГУ, «Геологии кайнозоя, палеоклиматологии и минералогических индикаторов климата Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН получены радиоуглеродные датировки гумуса почв, торфа, угля

Результаты

В своем развитии балки один или несколько этапов врезания и заполнения. В отложениях днищ лощин, балок и падей, размываемых современными оврагами, значительную долю составляют гумусированные пески, супеси, суглинки погребенных почв. По оценке Л.Ф. Литвина [7] почвы составляют 1/3 объема овражных наносов. В Восточной Сибири в условиях расчлененного рельефа мощность гумусовых почв редко превышает 50 см. Доля почв в общем объеме овражных наносов различается для склоновых донных форм размыва. В днищах лощин, балок, падей в разрезах часто наблюдается почвенно-седиментационная последовательность [7]. По расчетам для стенок оврагов в Западном Забайкалье на почвы приходится 8-52% площади разреза. Для форм размыва, врезанных в голоценовые балочные отложения, их доля достигает 30-65%. В оврагах, развивающихся в позднеплейстоценовых лессовидных супесях, она снижается до 5-15%.

В условиях Забайкалья на первом этапе эволюции оврагов (стадии врезания) отмечается активный рост в вершине. Наряду с эрозией, важную роль в поступлении наносов играют обвально-осыпные процессы. По наблюдениям в современных крупных донных оврагах блоки могут достигать объема десятки и первые сотни $м^3$. Нередко они перегораживают русла и формируются временные запруды в руслах, в днищах форм размыва накапливаются горизонтально слоистые отложения. Обвалившиеся блоки, содержащие прослои погребенных почв, размываются, перемещаются водными потоками, аккумулируются в днищах оврагов, или формируют конусы выноса на террасах и поймах. Наносы в формы размыва поступают из вышележащих промоин и оврагов. В днищах балок, падей Забайкалья нередко наблюдается цепочка

эрозионных форм, разделенных конусами выноса и неовражными пространствами.

В процессе отступания вершины оврага сокращается площадь ее водосбора, снижаются темпы эрозии. Выносимые из привершинной части форм размыва наносы аккумулируются в средней и нижней частях оврагов, это приводит к расширению днища, снижению уклонов продольного профиля и склонов. Днища и нижняя часть склонов начинают зарастать травянистой, кустарниковой и древесной растительностью, что еще более усиливают аккумуляцию. Рост отметок днища, распластывание водотоков ослабляет подмыв склонов и снижает активность обвально-осыпных процессов в оврагах. Все большую роль в заполнении форм размыва в Забайкалье начинают играть процессы смыва, эоловая аккумуляция. В дальнейшем на месте оврагов с крутыми склонами образуется лощина, балка или падь с более пологими заросшими склонами и широким днищем.

Более подробно рассмотрим развитие эрозионно-аккумулятивных процессов на примере овражной долины Мэнгей в днище пади на левом берегу р. Чикой. В разрезе Мэнгэй по правому борту овражной долины вскрыт разрез с чередованием почв и отложений, выполняющих древний эрозионный врез глубиной 5,9 м. Наносы представлены разнозернистыми песками, песками с дресвой и гравием, гравием и галечниками, оторфованным и гумусированными песками и супесями. По результатам комплексных лабораторных исследований установлено, что развитие овражной долины Мэнгэй происходит в толще особых глинистых песков, циклы накопления которых, определяют формирование разновозрастных почвенных горизонтов.

Разнообразие состава заполняющих овраг отложений дает возможность разделить отложения по ведущему экзогенному процессу их формирования (делювиальные, пролювиальные, эоловые). Выделяются также полигенетические (эолово-делювиальные, делювиально-пролювиальные) осадки. Сложнее выделять обвально-осыпные отложения, так как они часто размываются, накапливаются или в непосредственной близости от места осыпания и обрушения или выносятся ниже по течению.

Пролювиальные отложения в разрезе представлены разнозернистыми песками с дресвой и щебнем. Они формировались вследствие размыва днища оврага и за счет поступления наносов из вышележащих эрозионных форм. Делювиальные отложения представлены гумусированными слоистыми или скрытослоистыми мелко- и тонкозернистыми песками и супесями. Они формировались преимущественно за счет сноса со склонов балки. Эоловые отложения состоят из желтовато-коричневых, светло коричневых с белесоватым оттенком тонкозернистых песков. Оторфованные супеси залегают в основании разреза на пролювиальных отложениях. Они формировались в замкнутых понижениях в днище оврага и на участках выхода источников. Небольшие по мощности слои торфа наблюдается в настоящее время в средней и нижней частях овражной долины на участках выхода родников. Почвы отражают этапы резкого снижения поступления наносов с водосбора балки.

Для разреза Мэнгэй в Институте геологии и минералогии им. Соболева СО РАН получено 14 радиоуглеродных датировок в диапазоне 8750-345 лет. Материалом для датирования являлись гумусовые горизонты почв и педоседименты. Отмечаются инверсии дат. Например, возраст темно-коричневой гумусированной супеси на глубинах 370-388 см, разделяющий эоловые пески и супеси, составил 5200±150 л.н, тогда как подстилающие и перекрывающией гумусовый горизонт отложения датированы 7180±180 и 6400±160 л.н. Поступление более древнего углерода связано с активизацией обвально-осыпных процессов на склонах оврага и накоплением более древнего углерода при смыве, размыве, дефляции почв. Последовательность этапов врезания, заполнения и погребения оврагов в позднеледниковье и голоцене выявлена и в других районах Западного Забайкалья [6].

Заключение

В целом в развитии овражной долины Мэнгэй выделяются следующие этапы: 1. врезания в начале голоцена (> 9 тыс. л.н.); 2. постепенного заполнения донного оврага разнообразными по генезису отложениями и гумусовыми горизонтами почв (9-1 тыс. л.н.). Короткие эрозионные фазы фиксируются накоплением маломощных слоев пролювия в днище, фазы стабилизации оврага – формированием гумусированных горизонтов почв. В целом шел процесс постепенного прерывистого заполнения эрозионного вреза; 3. усиления антропогенного воздействия на ландшафт, связанный с выпасом скота, пожарами (1-0,1 тыс. л.н.). Он фиксируется усилением смыва, размыва дефляции на склонах, аккумуляцией отложений в днище балки. На топографических картах конца XIX-начала XX масштаба 1:84000 в балке Мэнгэй донный овраг не показан. Следы старого днища балки сохранились фрагментарно в виде балочных террас высотой 1,5 м; 4. ускоренной эрозии почв, вследствие вырубки леса, распашки земель, перевыпаса скота, образование нового эрозионного вреза. По опросам местных жителей этап повторного врезания оврага начался в 70-х годах прошлого столетия.

Каждый из этапов формирования овражной долины разбивается на ряд фаз активизации, затухания и смены ведущих экзогенных процессов денудации и аккумуляции, связанных с природно-климатическими и антропогенными изменениями в голоцене. Дальнейшие более детальные исследования отложений позволят детализировать этапы и фазы заполнения оврагов в позднеледниковье и голоцене.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (№ 17-29-05064 офи_м).

Литература

[1] *Баженова, О.И., Любцова Е.М., Рыжов Ю.В., Макаров С.А.* Пространственно-временной анализ динамики эрозионных процессов на юге Восточной Сибири. Новосибирск: Наука. Сибирской предприятие РАН, 1997, 208 с.

[2] *Тармаев В.А., Корсунов В.И., Куликов А.И.* Линейная эрозия в Байкальском регионе. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2004, 163 с.
[3] *Рыжов Ю.В.* Формирование оврагов на юге Восточной Сибири. Новосибирск: ООО Академическое издательство «Гео», 2015, 180 с.
[4] *Poesen J.* Challenges in gully erosion research. / Landform analysis, 2011, Vol. 17, P. 5-9.
[5] *Starkel L.* Paradoxes in the development of gullies. / Landform analysis, 2011, Vol. 17, P. 11-13.
[6] *Голубцов В.А., Рыжов Ю.В., Кобылкин Д.В*. Почвообразование и осадконакопление в Селенгинском среднегорье в позднеледниковье и голоцене. Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2017, 139 с.
[7] *Литвин Л.Ф.* География эрозии почв сельскохозяйственных земель России. М.: ИКЦ «Академкнига», 2002, 255 с.

S u m m a r y. Detailed comprehensive studies and radiocarbon dating of sediments and soils of ephemeral stream valleys in the Western Transbaikalia were carried out. Stages and phases of cutting and filling of erosion forms during Late Glacial and Holocene were identified. The numerous replacements of leading exogenous processes in ephemeral stream valleys filling were established.

ВЫСОКОГОРНЫЕ ОЗЕРА КАК ИНДИКАТОРЫ РИТМИКИ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

Д.В. Севастьянов*, Т.В. Сапелко**, М.А. Науменко**, В.Р. Бойнагрян***
**СПбГУ, г. Санкт-Петербург, ecolim@mail.ru*
***ИНОЗ РАН, г. Санкт-Петербург, tsapelko@mail.ru*
****ЕГУ, г. Ереван, Республика Армения, vboynagryan@ysu.am*

HIGH-MOUNTAIN LAKES AS INDICATORS OF THE RHYTHMICS OF NATURAL PROCESSES.

D.V. Sevastyanov*, T.V. Sapelko**, M.A. Naumenko**, V.R. Boynagryan***
**SPbSU, **Institute of Limnology RAS, St. Petersburg*
****Yerevan State University, Yerevan, Republic of Armenia*

Памяти наших учителей –
Арсения Владимировича Шнитникова
и Евгения Владиславовича Максимова.

Аннотация. Обсуждаются результаты исследования озер и ледниковых отложений на склонах вулканического массива Арагац (Армения). Получены первые радиоуглеродные датировки озерных отложений высокогорного озера Умрой. Выявлены следы ритмичности формирования ледникового рельефа и стадиального заложения высокогорных озер.
Ключевые слова: Арагац, ледниковые отложения, озера, индикаторы, ритмика.

Введение

Ледники и высокогорные озера мира издавна привлекали внимание ученых – естествоиспытателей. Географы, гляциологи и гидрологи уделяли пристальное внимание изучению динамики высокогорных ландшафтов и особенно взаимодействию горных ледников и озер. Существенный вклад в изучение истории озер, как индикаторов многовековой и внутривековой

изменчивости общей увлажненности материков и ритмики природных процессов, внесли А.В. Шнитников [9-11] и Е.В. Максимов [2-4] и др.

Объекты и методы

Исследования, направленные на выявление динамики высокогорных ландшафтов и оценку современного состояния высокогорных озер представляет существенный научный интерес. Известно, что озера являются чуткими индикаторами изменений климата и ледникового стока, представляют собой природные накопительные информационные геосистемы. Поэтому мониторинг состояния горных озер, изучение их морфометрии, анализ их многолетней изменчивости имеют важное прогнозное значение [8]. Особый интерес представляют высокогорные приледниковые озера, подпруженные конечными моренами. Они являются чуткими индикаторами колебаний климата и ледникового стока [5].

Комплексное изучение истории развития озер и их изменений в различных пространственно-временных масштабах на основе геоморфологического анализа рельефа озерного бассейна и озерных котловин, литологического состава и строения их донных отложений дает возможность выявить особенности изменений природных условий прошлого, позволяют выйти на ретроспективный анализ эволюционного развития озерных геосистем и ландшафтов, проводить палеоклиматические реконструкции. Мониторинговые наблюдения за состоянием таких озер, за их размерами и глубинами, показывают, что увеличение площади их водной поверхности и повышение уровня соответствует периоду потепления климата и сопровождается увеличением ледниковой абляции и стока. При этом конец ледника обычно сокращается и отступает, освобождая ото льда часть озерной котловины. Похолодание климата в течение ряда лет вызывает увеличение аккумуляции снега на ледниках и сокращение таяния и стока. Это сказывается на водном балансе приледниковых озер, вызывая сокращение площади акваторий и понижение уровней озер [11].

Дистанционные наблюдения за концами ледников и геодезические засечки по реперам дают возможность определить количественные соотношения изменений размеров ледников и озер, получить представления об изменениях водного баланса наблюдаемых объектов. Наиболее детальные мониторинговые исследования проводятся на ледниках Альпийского региона. В частности, наблюдения за ледниками Швейцарских Альп на протяжение последних 50 лет показали, что из общего числа исследованных ледников 65 % отступают, 30% стационарны, а 5% – наступают [12].

Обсуждение результатов

Летом 2018 г. авторы проводили исследования высокогорных озер Армении в рамках реализации совместного российско-армянского проекта РФФИ «Палеолимнологический аспект изучения эволюции экосистем высокогорных озер России и Армении». В районе массива Арагац нами было детально изучено гляциогенное оз. Умрой и получены новые данные о его истории.

Озеро Умрой расположено на северном макросклоне горы Арагац, на высоте 3058 м над уровнем моря. Особенность этого озера стоит в том, что оно лежит в межморенном понижении, имеет овальную форму и ориентировано своей длинной стороной в направлении СЗ-ЮВ.

Большая часть берегов озера представлена крутыми осыпными склонами с крупноглыбовым материалом. Заболоченные луговины располагаются в районах впадения в озеро ручьев с северо-запада, севера и востока. Озеро Умрой имеет преимущественно снеговое питание за счет таяния зимних снегозапасов и перелетовывающих снежников на водосборе озера.

Рельеф бассейна озера имеет горно-ледниковый характер. С юга и северо-запада озерная котловина обрамлена крутыми склонами горной коренной складки, изгибающейся в форме цирка северо-восточной экспозиции и достигающей высотных отметок гребня 3283,5-3372,2 м. С юга и северо-запада озерная чаша окаймлена крутыми склонами водораздельной поверхности, сложенной вулканогенной толщей верхнего-среднего олигоцена: андезитами, андезито-дацитами и другими породами [1].

В 2018 г. впервые были получены современные статистические характеристики распределения глубин и величины объёмов исследуемых озёр. Основные морфометрические характеристики, приведенные в работах (Арнольди, 1931; Бойнагрян, 2007) были существенно уточнены и дополнены М.А. Науменко (табл. 1).

Таблица 1

Морфометрические характеристики цифровых моделей озёр.

Название озера	Макс. глуб., м	Сред. глуб., м	Медиана глуб., м	Объём, V, $м^3$	Периметр, км	Площадь S, $км^2$
Кари	9,8	4,5	5,0	$661,9*10^3$	1,52	0,146
Умрой	**10,9**	**3,2**	**2,6**	$\mathbf{365,1*10^3}$	**1,55**	**0,117**
Акна	12,4	3,7	3,2	$1843,1*10^3$	3,86	0,496
Севлич	8,5	4,5	5,0	$7791,3*10^3$	5,01	1,747

Восточный и южный берега озера представляют собой холмистый участок морены с выровненной задернованной поверхностью и многочисленными выступами каменного материала. С севера от горного гребня с вершинами, достигающими высоты 3207 м, из обширного кара к озерной котловине подступает мощное моренное поле, в котором можно различить минимум четыре генерации стадиальных конечных морен, маркирующих ритмику колебаний климата и оледенения в голоцене. В понижениях между этими моренами, судя по топографической карте, располагаются небольшие озера, маркирующие межморенные понижения. Судя по картографическим материалам, аналогичные следы стадиального сокращения и отступания ледников прослеживаются на склонах массива Арагац и по соседним к озеру Умрой циркам, где расположение озер можно рассматривать как индикаторы стадиальной ритмики сокращения последнего оледенения массива Арагац (рис. 1).

Механизм образования стадиальных конечных морен и озер в процессе распада последнего горного оледенения и хронология этого процесса были

детально описаны и обоснованы в работах А.В. Шнитникова [9, 10 и др.] и развиты в работах Е.В. Максимова (табл. 2) [2-4 и др.]

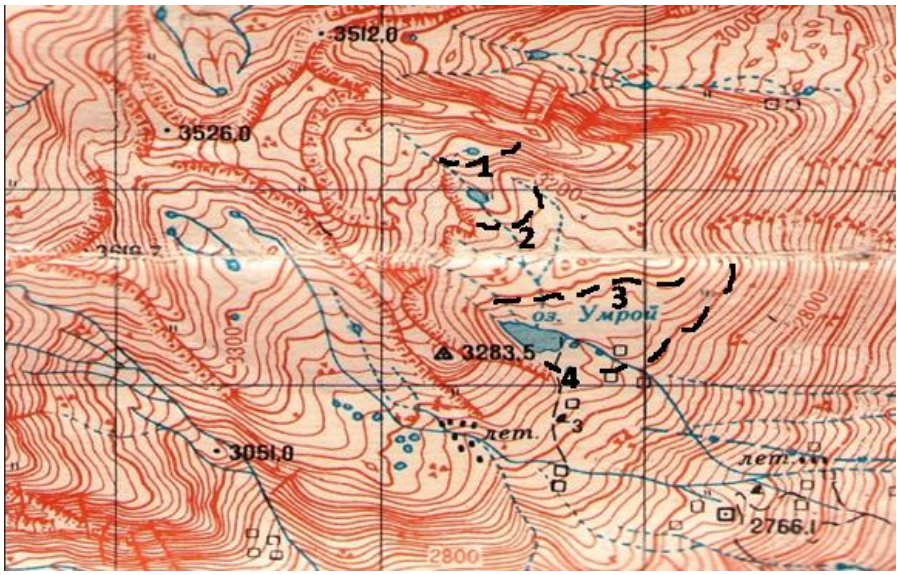


Рис. 1. Расположение оз. Умрой и других озер в моренном рельефе.
1, 2, 3, 4 – положение стадиальных конечных морен.

Таблица 2

Хронологическая схема распада вюрмского оледенения в горах Евразии [по 9, 11].

№	Название стадиальных моренных комплексов по альпийской терминологии	Внешний вид материала морен, высотный ландшафтный пояс	Возраст конечно моренных образований
1	*Фернау* (VII стадия) («Малая ледниковая эпоха»)	Незадернованный моренный материал (гольцы)	200-400 л.н.
2	*Эгезен* (VI стадия)	Задернованные морены, травянистый покров альпийского пояса	Около 2000 л.н.
3	*Даун* (V стадия)	Задернованные морены альпийского и субальпийского пояса	3800-4000 л.н.
4	*Гшнитц* (IV стадия)	Задернованные морены, (травяно-кустарниковый покров) субальпийского пояса	5700-6000 л.н.
5	*Бюль (III стадия)*	Задернованные морены лесного пояса	7600-8000 л.н.
6	*Аммерзее (II стадия*	Задернованные морены лесного пояса	9400-10000 л.н.
7	*Шлирен (I стадия)*	Задернованные морены кустарникового и лесного пояса	11200-11800 л.н.
8	*Максимум Вюрма*	Предгорья	Около 13000 л.н.

В соответствии со схемой многовековой стадиальности распада последнего горного оледенения и формирования альпийского моренного рельефа, отраженной в таблице 1 (по [9, 11]), эти три стадиальные конечно-моренные образования, лежащие выше северного берега озера, возможно соотнести с хронологическими стадиями Фернау, Эгезен, Даун – по альпийской терминологии. Северный и северо-восточный берега озера Умрой сложены материалом обширной конечной морены стадии Гшнитц. Само озеро лежит в межморенной котловине. Южный и юго-восточный берега оз. Умрой, сложены моренным материалом, отложенным ледником в период стационарного положения конца ледника, вероятно, в стадию Гшнитц. Юго-западным берегом озеро прилегает к крутому борту, сложенному коренными вулканогенными породами. Поэтому оно может быть подпружнено и более древними моренными массами, возраст которых возможно соотнести со стадией Бюль. Это предположение подтверждается и полученными датировками по базальному слою донных отложений оз. Умрой (рис. 2).

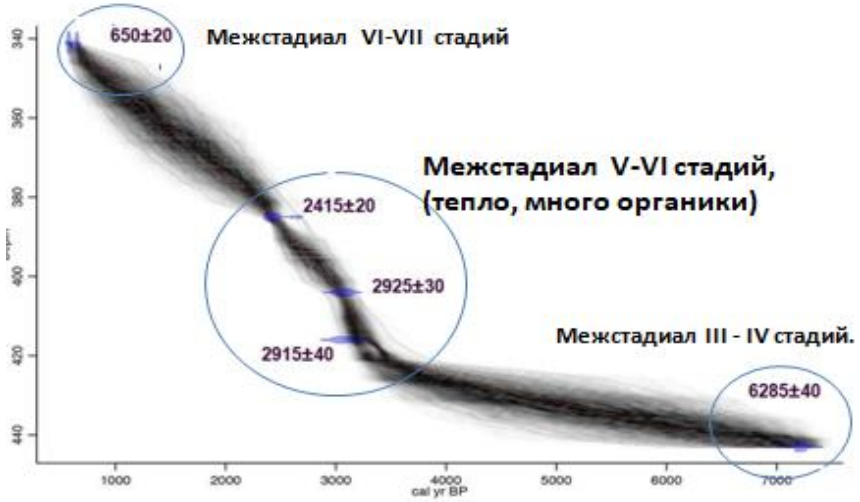


Рис. 2. Радиоуглеродные датировки (^{14}C), полученные по керну озерных отложений оз. Умрой в августе 2018 г. (Цифрами даны не калиброванные результаты, на графике – калиброванные).

Согласно датировке ^{14}C, полученной по базальному слою донных отложений озера (6285+40 л.н.), образование озерной котловины, вероятно, приходится на активную фазу наступания ледника стадии Гшнитц. Озерная котловина своим южным берегом прилежит к крутому склону хребта и, по-видимому, была подпружена фронтальной частью морены Гшнитц.

Можно предполагать, что это остатки древних моренно-подпрудных озер, которые образуются на склонах и в горных долинах в процессе деградации и отступания конца ледника от своей стадиальной конечной морены, которая маркирует стационарное положение ледника. Наблюдаемые выше оз. Умрой три (или четыре) генерации конечных морен – это следы стадий стационарного положения отступавшего конца существовавшего здесь ледника южной-юго-восточной экспозиции на последних этапах распада последнего оледенения Кавказа в голоцене. Визуально, между четвертой и третьей стадиями отступавшего вюрмского ледника образовалось оз. Умрой. Нижняя (четвертая

сверху) генерация морен, подпруживающих озеро, лежит на высотах – 3100-3000 м, (оз. Умрой на высоте 3058 м); третья стадия – 3200-3150м, вторая стадия – 3300-3200 м, (озеро на высоте 3215 м); первая – 3400-3250 м (озеро на высоте 3290 м). На основе радиоуглеродной датировки, полученной по самому древнему (нижнему) слою озерных отложений, возраст озера превышает стадию похолодания Гшнитц (более 6000 л.н.). Поэтому можно полагать, что озеро Умрой образовалось в период потепления между четвертой и пятой сверху климатическими стадиями и генерациями морен (рис. 2).

Выводы

Таким образом, согласно калиброванным датам, указанным на графике, возраст озера превышает 7000 лет. Значит озерная котловина оз.Умрой образовалась в регрессивную фазу стадии Бюль. Полученные радиоуглеродные датировки озерных осадков позволили уточнить наши теоретические предположения, сделанные на основе визуального анализа рельефа в исследованном районе бассейна оз. Умрой. Установлено, что распад последнего оледенения на массиве Арагац происходил стадиально. Об этом свидетельствуют формы ледникового рельефа, содержащего несколько генераций стадиальных конечных морен, маркируемых озерными котловинами, которые образовывались вблизи концов древних ледников в период их стационарного положения. Следовательно, высокогорные озера отражают ритмику изменчивости природных процессов, связанных с колебаниями увлажненности. Дальнейшие детальные исследования состава и строения донных отложений высокогорных озер позволят выявить особенности эволюции растительности и климата на Армянском нагорье в голоцене.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-55-05008, и при финансовой поддержке Комитета науки Министерства образования и науки РА, в рамках научного проекта № 18RF-045.

Литература

[1] *Бойнагря В. Р.,* Озера Армянского нагорья. Изд. ЕГУ, Ереван, 2007,144 с.

[2] *Максимов Е.В.* Проблемы оледенения Земли и ритмы в природе. Л.: Наука, 1972, 296 с.

[3] *Максимов Е.В.* Ритмические составляющие в режиме высокогорных озер Средней Азии. / Вестн. Ленингр. ун-та. 1983, №6, С. 52-65.

[4] *Максимов Е.В.* Историческая география горных озер Средней Азии. СПб. Изд. С.-Петербург. ун-та .1992, 304 с.

[5] *Севастьянов Д.В.* Горные озера Средней Азии – индикаторы изменчивости природных процессов. / Озеро Иссык-Куль и тенденции его природного развития. Л.: Наука, 1986, С. 200-219.

[6] *Севастьянов Д.В., Михайлов Н.Н.* Озерные комплексы Горного Алтая и их эволюция в голоцене. / Вестн. С.-Петерб. ун-та, сер. 7, Геология, География, 1994, вып. 3, С. 59-68.

[7] *Севастьянов Д.В.* Факторы и процессы лимногенеза в горных системах Внутренней Азии. / География и современность. 1999, Вып. 8. С. 132-150.
[8] *Субетто Д.А., Севастьянов Д.В., Сапелко Т.В., Бойнагрян В.З., Греков И.М.* Озера как накопительные информационные системы и индикаторы климата. / Астраханский вестник экологического образования. 2017, №4(42), С. 4-14.
[9] *Шнитников А.В.* Изменчивость общей увлажненности материков Северного полушария. / Зап. Геогр. о-ва СССР. Новая серия. Т.16. М.-Л., 1957. 337 с.
[10] *Шнитников А.В.* Внутривековая изменчивость общей увлажненности. Л., 1969, 246 с.
[11] *Шнитников А.В.* Теоретические основы многовековой изменчивости общей увлажненности и состояние озер – современное и вероятное будущее. / Проблемы исследования крупных озер. Наука. Л.1983. С. 5-22.
[12] Investigations Review / Pages News, 2003, v.11, №2,3.

S u m m a r y. The results of the study of lakes and glacial deposits on the slopes of the volcanic massif Aragats (Armenia) are discussed. The first radiocarbon datings of lake deposits of the high-mountainous lake Umroy were obtained. Traces of the rhythmic formation of the glacial relief and the stadial foundations of high-mountain lakes were revealed.

ЛАНДШАФТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ А.А. БОРЗОВА В РАЙОНЕ ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ

А.В. Собисевич
Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН, г. Москва, sobisevich@mail.ru

LANDSCAPE RESEARCH OF A.A. BORZOV IN THE AREA OF THE UPPER VOLGA

A.V. Sobisevich
S.I. Vavilov Institute of the history of science and technology, Moscow

Аннотация. В работе рассматриваются ландшафтные исследования А.А. Борзова в районе Верхней Волги. Особое внимание уделяется рассмотрению его неопубликованной работы «Орографическое и геоморфологическое описание района Верхней Волги». Исследования ученого заложили предпосылки для современного изучения ландшафтов.
Ключевые слова: ландшафтоведение, геоморфология, Верхняя Волга.

Введение

Александр Александрович Борзов (1874-1939) известен как ландшафтовед и геоморфолог. Его деятельность была тесно связана с Московским государственным университетом, где в 1917 г. его избрали доцентом, а в 1918 г. назначил профессором почвенно-географического факультета. В 1929 А.А. Борзов возглавил сектор физической географии Научно-исследовательского института географии при МГУ. В 1934 г. становится деканом почвенно-географического факультета МГУ [8]. Особое внимание А.А. Борзов уделял эволюции ландшафтов на территории Среднерусской возвышенности и примыкающей к ней Смоленско-Московской возвышенности.

А.А. Борзов на год раньше Л.С. Берга высказал мнение о существовании на земной поверхности естественных образований – ландшафтов, изучение которых, по его мнению, являлось главной задачей физической географии. При проведении ландшафтных исследований его особенно интересовали причины асимметрии междуречий и речных долин. Полевые наблюдения позволили сделать вывод, что эта асимметрия явилась результатом развития рельефа равнинных областей [7].

Долины реки Волги и Оки представляли для ученого особый интерес.

Регион исследований, объекты и методы

В работе рассмотрена территория верхнего течения реки Волги от поселения Селижарова, где в реку впадают притоки Селижаровка и Песочня, до впадения в нее притока реки Оки. В 2014 г. участок от поселения Селижарова до города Твери был изучен Комплексной экспедицией по изучению исторических водных путей [7]. В 2016 г. участники экспедиции исследовали участок реки Волги по маршруту Дубна – Кимры – Калязин – Кашин – Углич – Мышкин – Ярославль. Участие в экспедициях обусловило интерес к истории изучения посещенной территории.

Применение историко-сравнительного метода, когда полученные А.А. Борзовым данные в сопоставлении с результатами современных исследований могут значительно помочь для анализа динамики ландшафтов на территории Верхней Волги.

Обсуждение результатов

В ходе своих исследований Верховья Волги А.А. Борзов уделял большое внимание ледниковым процессам. В тексте предварительного отчета о проведенного в 1920-1921 гг. при геоморфологическом исследовании на территории Московской, Владимирской и Тверской губерний он делал вывод о том, что после окончательного исчезновения ледника эта область испытала очень сложную переработку своей поверхности и отчасти слагающих ее моренных отложений. Это, по его мнению, определило сходство ландшафтов на территории Русской равнины, ведь на их формирование оказывали влияние очень похожие процессы. Однако, моренные наносы претерпевали в течение долгого времени очень сложную переработку, что сделало необходимым рассматривать различные факторы генезиса ландшафтов в после ледниковый период [2].

В 1926 г. увидела свет «Краткая программа для описания рек и речных долин Московской губернии», изданная А.А. Борзовым при содействии естественно исторического отделения Общества изучения Московской губернии. Инструкция позволила местным работникам и краеведам получить руководство для проведения работ по исследованию элементов геоморфологии. Целью работы стало обновление гидрографической карты Московской губернии, составленной сотрудником Народного комиссариата земледелия СССР И.А. Здановским. При составлении этой карты удалось описать только 1/3 от имеющихся водных объектов (около 675 рек), что делало проблему гидрографической изученности территории очень актуальной [4].

«Краткая программа для описания рек и речных долин Московской губернии» содержала предписание вести особую тетрадь, где будет вестись описание реки и ее долины. Описывающий будет вносить свои наблюдения над формой долины, ложем реки, её течением, а также последовательностью встречающихся обнажений пород. Первые пять пунктов программы включали в себя следующие вопросы: «Точное название реки; на всем-ли своем протяжении река имеет одно название или в разных частях течения различное? К какому бассейну относится данная река: Волги, Оки или заканчиваются в озере?; Куда непосредственно впадает данная река?; Точно ли воспроизведена данная река на карте; если нет, отметьте, в каких частях своего течения изображена она ошибочно? Как начинается данная река: из озера, болота, ключей?» [4, с. 10]. Всего в опросной анкете было 30 вопросов.

В 1930 г. полученные в ходе описания рек данные позволили А.А. Борзову дополнить работу «Очерк геоморфологии Московской губернии» [5]. В 1932 г. после изучения участка реки Волги от истока до слияния с рекой Окой А.А. Борзовым была подготовлена рукопись статьи «Орографическое и геоморфологическое описание района Верхней Волги», которая так и не была опубликована и хранится в настоящее время личном фонде ученого в архиве Российской академии наук [1].

В ходе этого исследования А.А. Борзов обращал особое внимание на водосборный бассейн Волги, рассматривались орографическое строение местности на протяжении всех впадающих на этом участке реки притоков, что давало представление о структуре и особенностях ландшафта. Им были поставлены вопросы о соотношении возраста долины р. Волги и ее притоков; об истории формирования волжской долины, стадий развития озер и трансформаций их в болота на завершающей стадии их развития**.**

В рукописном варианте своей статьи А.А. Борзов писал, что **б**ассейн Верхней Волги и Оки относится «исключительно к моренной части Европейско-русской равнины, и только на крайнем юго-западе Верховья Оки происходит выход за пределы моренной полосы». На таком большом протяжении по меридиану с севера на юг, поверхность, сохраняя черты моренного облика, значительно меняла степень переработанности моренных форм эрозионными процессами [1, л. 1].

В тектоническом отношении А.А. Борзов относил описываемую область к Восточно-русской впадине, которая затем в геологической литературе получила наименование «Подмосковной котловины». К западу и к югу от нее девонские породы близко подступали к поверхности и достигали высоты 200-250 м над уровнем моря, а под Москвой они находились на высоте 180 м ниже указанных высот. Сама же Подмосковная котловина содержала породы каменноугольного, пермского и мелового периодов [1].

В 1936 г. в переработанном виде исследование А.А. Борзова было опубликовано в виде главы «Рельеф (Орография и геоморфология бассейнов Верхней Волги и Оки до их слияния)» в «Справочнике по водным ресурсам СССР» [3]. Исследование было дополнено результатами комплексной экспедиции Научно-исследовательского института географии при МГУ, которая

проводилась на территории Тверской области в 1936 г. При этом исследование имело комплексный характер. Участники экспедиции собирали данные по геологии четвертичных отложений, по географии рек и озер, по почвам и растительности этой территории [6].

Выводы

Исследование А.А. Борзовым бассейна Верхней Волги позволили получить новые данные об особенностях рельефа и его эволюции. Ученому удалось установить генетические связи основных типов рельефа моренной зоны: выделялись наименее низкие формы рельефа на северо-западе до более зрелые на юго-западе. Он ввел понятие о «ритме рельефа», когда анализировалось количество положительных и отрицательных форм на единицу длины профиля.

Таким образом, исследования А.А. Борзова заложили предпосылки для современного изучения ландшафтов Верхней Волги.

*Исследование выполнено по гранту РФФИ 18-311-00222 мол_а***.**

Литература

[1] Архив РАН (АРАН) Ф. 1584. Оп. 1 Д. 27. «Орографическое и геолого-геоморфологическое описание района Верхней Волги».

[2] *Борзов А.А.* Геоморфологические наблюдения в сопредельных частях Московской, Владимирской и Тверской губерниях. Предварительный отчет о работах 1920-1921 гг. / Землеведение. 1923. Т. XXV, № 3-4. С. 171-198.

[3] *Борзов А.А.* Рельеф (орография и геоморфология бассейнов Верхней Волги и Оки до их слияния) / Справочник по водным ресурсам СССР. Ч. 1. Бассейн Верхней Волги и Оки. Л.-М., 1936. С. 19-42.

[4] *Борзов А.* Краткая программа для описания рек и речных долин Московской губернии. Общества изучения Московской губернии. М., 1926. 17 с.

[5] *Борзов А.* Очерк геоморфологии Московской губернии. Отд. вып. IV Трудов Общества изучения Московской области / Материалы по природе Московской области. Известия Общества Изучения Московской области. М., 1930. С. 1-25.

[6] *Петухов А.Ф.* А. А. Борзов. Краткий очерк жизни и деятельности. М., 1951. 165 с.

[8] *Широкова В.А., Озерова Н.А., Чеснов В.М., Собисевич А.В.* Комплексная экспедиция по изучению исторических водных путей: Верхневолжский участок пути «Из варяга в арабы» (путевые заметки) / Вопросы истории естествознания и техники. 2015. Т. 36. № 2. С. 392-397.

[8] *Чичагов В.П.* 140 лет со дня рождения одного из основоположников отечественной геоморфологии Александра Александровича Борзова (1874-1939) / Геоморфология. 2014. № 3. С. 121-125.

S u m m a r y. The paper deals with landscape research A.A. Borzov in the Upper Volga. Special attention is paid to the consideration of his unpublished work «Orographic and geomorphological description of the Upper Volga region». A.A. Borzov's research laid the prerequisites for the modern study of landscapes.

МЕТОДЫ ПРОБОПОДГОТОВКИ КОСТНОЙ ТКАНИ ДЛЯ РАДИОУГЛЕРОДНОГО ДАТИРОВАНИЯ: ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

А.П. Тихоненко
РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург. nastasja-do@mail.ru

METHODS OF BONE TISSUE TREATMENT FOR RADIO CARBON DATING: ADVANTAGES AND DISADVANTAGES

A.P. Tikhonenko
Herzen State Pedagogical University, St. Petersburg

Аннотация. Датирование костной ткани является наиболее сложным процессом. В настоящее время для датирования сцинтилляционным 14С методом используются три типа пробоподготовки. Выбор методики для традиционного датирования зависит от сохранности костного материала.
Ключевые слова: радиоуглеродное датирование, костная ткань, методы.

Введение

Радиоуглеродное датирование позволяет нам восстанавливать хронологию древних культур и исторических событий. Для получения даты часто используют образцы костей – этот материал считается наиболее репрезентативными для конкретного археологического события [1]. Однако датирование образцов костной ткани имеет ряд сложностей, связанных со степенью сохранности костного материала.

Объекты и методы

Современная кость состоит из трех основных фракций: минеральной, органической и воды. Приблизительно 30% сухого образца составляет органическое вещество, оставшиеся 70% – неорганический материал. Минеральная фракция состоит из гидроксилапатита и карбоната, кристаллическую структуру которого составляют: фосфат, карбонат, фтор, гидроксид и цитрат. Структура и химический состав гидроксилапатита изменяется после захоронения кости, аналогично изменениям внутри живого организма [2]. Процессы замещения ионов, растворения и перекристаллизации, приводят к адсорбция новых ионов на поверхности образца.

Органическая фракция кости состоит в основном из белков и небольшого количества липидов, наиболее значимым белком является коллаген, составляющий 90-95% от общего органического материала. Другими белками, встречающимися в кости, являются остеокальцин, остеонектин, остеопонтин и гликопротеиды [3]. Коллагены разных типов находятся в коже, костях, сухожилиях, хрящах и зубах и составляют 20-40% всех белков, присутствующих в живых организмах.

Коллаген обладает высокой устойчивостью к изотопному обмену, который может нарушить исходный изотопный состав углерода и азота, он также очень устойчив к ферментам протеолиза, которые вызывают разложение белковых молекул. Тем не менее, есть группа ферментов, называемые коллагеназы, которые вызывают разрыв водородных и пептидных связей в

коллагене. Эффективность этих ферментов контролируется определенными условиями среды захоронения, в основном по температуре, влажности и кислотности. Структура молекулы коллагена также может быть разрушена ферментами, выделяемыми некоторыми видами бактерий, присутствующими в почве. В умеренных зонах уменьшение коллагена происходит относительно медленно. В засушливых зонах и районах, где много осадков, этот процесс происходит быстрее. Очень хорошая сохранность коллагена наблюдается для костей, захороненных в местах пещер и в районах многолетней мерзлоты.

Обсуждение

Для определения степени сохранности костей применяют следующую классификацию [4]:

- отлично сохранились, когда остается > 20% исходного коллагена;
- хорошо сохранились, с сохранением коллагена от 20 до 5%;
- плохо сохранились, с содержанием < 5% коллагена;
- неколлагеновый, когда извлекается < 0,5% коллагена.

Рассмотрим три основных метода пробоподготовки костной ткани для радиоуглеродного датирования.

Методика, разработанная Х.А. Арслановым, Ю.С. Свеженцевым [5] заключается в выделении из костной ткани коллагена, путем удаления минеральной составляющей – карбонат-апатита растворением в соляной кислоте и последующем выпаривании. Органическая составляющая костной ткани является наиболее пригодным материалом для радиоуглеродного датирования, т.к. не содержит вторичных карбонатов. Тем не менее, при использовании данного метода могут возникать проблемы, особенно, если органического вещества в древних костях очень мало (кремированные кости, кости плохой сохранности и т.д.) или происходит загрязнение современными бактериями самой кости в процессе захоронения. Для УМС датирования в лаборатории Оксфорда разработан метод ультрафильтрационной очистки коллагена. Но, в некоторых случаях возраст по коллагену может быть также омоложен.

Другая методика была разработана В.В. Скрипкиным также для датирования традиционным методом. Она заключается в применении, так называемого метода пиролиза, для перевода образца кости в CO_2 и последующей реакции газа с литием [6]. Недостатки этой методики заключаются в том, что вторичный диагенетический карбонат-апатит не всегда может быть удален из образца химической очисткой, что приводит к омоложению возраста. Поэтому данный метод предпочтительно использовать для образцов голоценового возраста, когда диагенетические преобразования в костях незначительны.

Методику выделения биоаппатита используют для костей плохой сохранности и неколлагеновых костей [7]. Минералы в костях и зубах сохраняются намного лучше, чем органические фракции коллагена и липидов. Успешность данного метода зависит от отсутствия изменения изотопного состава углерода в биоапатите путем обмена с карбонатами почвенного

раствора, подземных вод или атмосферного углекислого газа, а также от способности удалить любые отложения вторичных или диагенетических карбонатов, которые могут присутствовать в кости.

Выводы

Для получения точной даты, следует выбрать наиболее подходящий метод обработки образца, который зависит от степени сохранности кости, а также от количества исходного материала. Если образец достаточно большой, и появляется возможность получить дату разными методами, – точность увеличивается.

Литература

[1] *Piotrowska N., Goslar T.* (2002). Preparation of bone samples in the gliwice radiocarbon laboratory for ams radiocarbon dating. Isotopes Environ. Health Stud., 38(4), 267-275.
[2] *Johnsson K.* (1997). Chemical dating of bones based on digenetic changes in bone apatite. J. Arch. Sci., 24, 431-437.
[3] *Taylor R.E.* (1992). Radiocarbon dating of bone: To collagen and beyond. In: Taylor R.E., Long A. and Kra R.S. (Eds.), Radiocarbon after Four Decades: An Interdisciplinary Perspective. Springer-Verlag, New York, 375-402.
[4] *Hedges R.E. M., van Klinken G.J.* (1992). A review of current approaches in the pretreatment of bone for radiocarbon dating by AMS. Radiocarbon, 34(3), 279-291.
[5] *Arslanov Kh.A., Svezhentsev Yu.S.* (1993). An improved method for radiocarbon dating fossil bones. Radiocarbon, 35(3), 387-391.
[6] *Vybornov A., Kovalyukh N.N., Skripkin V.V., Zaitseva G.I., Sapelko T.V.* (2009). The spread of the Neolithic in the south East European Plain: radiocarbon chronology, subsistence, and environment. Radiocarbon, 51, 783-793.
[7] *Cherkinsky A.* (2009). Can we get a good radiocarbon age from «bad bone»? Determining the reliability of radiocarbon age from bioapatite. Radiocarbon, 51, 647-655.

S u m m a r y. Bone tissue dating is the most difficult process. At present, three types of sample preparation are used for dating by scintillation 14C. The choice of methods for traditional dating depends on the bone material integrity.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БОЛОТА БЕСОВСКОГО

П.С. Турковский, А.В. Мурзина, Д.К. Макаров, С.Т. Ремизова
РГПУ им. А. И. Герцена, г. Санкт-Петербург, turkowsky@mail.ru

PRELIMINARY DATA OF MICROPALEONTOLOGICAL ANALYSIS OF BESOVSKOYE BOG BOTTOM SEDIMENTS

P.S. Turkovskii, A.V. Murzina, D.K. Makarov, S.T. Remizova
Herzen State Pedagogical University, St. Petersburg

Аннотация. В данной публикации представлены первые результаты микропалеонтологического исследования осадков болота Бесовского. В качестве объекта исследований выступают ветвистоусые ракообразные Cladocera. Описаны и определены выявленные в подошве и середине разреза находки субфоссилий Cladocera. Составлена литологическая схема и выполнена привязка ископаемых к разрезу.
Ключевые слова: голоцен, кладоцеры, ветвистоусые ракообразные, микропалеонтология, донные отложения, РГПУ им. А.И. Герцена.

Введение

Для воссоздания палеоэкологических условий эволюции водных объектов в голоцене, науки о Земле используют комплексные палеогеографические методы, одним из них является микропалеонтологический анализ донных озерных отложений [4].

Проводимое в настоящий момент для осадков болота Бесовского комплексное микропалеонтологическое исследование направлено на установление в танатаценозе болота наличия ископаемых остатков ветвистоусых рачков Cladocera и подтверждение тезиса об эволюции голоценового озера в болотную экосистему.

Основная задача проводимого исследования – это изучение морфологии и распространения по разрезу микрофоссилий кладоцер с целью воссоздания температурных и климатических обстановок голоцена для данного региона (восток Ленинградской области) [3]. Подобные работы на болоте Бесовском производятся впервые, изученность данного объекта слабая.

В ходе проводимого исследования решается задача определения количественного и видового состава палеосообщества Cladocera в донных осадках объекта, а также прослеживание зависимости изменений в количественном составе сообщества от внешних факторов среды [7].

На основании полученных результатов сделаны предварительные палеоэкологические выводы, подготовлена схема района работ и литологическая колонка разреза донных отложений, а также схема распределения микрофаунистических остатков по разрезу (рис. 1).

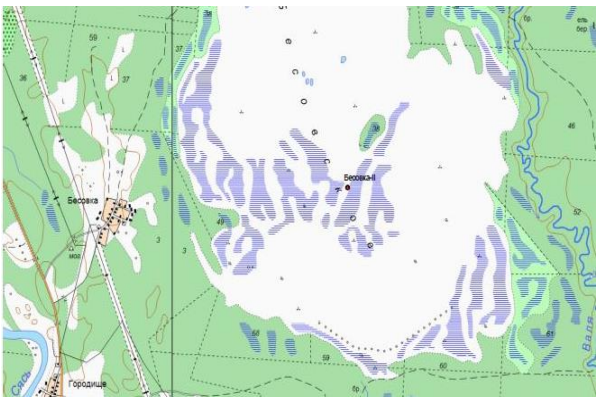


Рис. 1. Схема района пробоотбора [1, 8].

Регион исследований, объекты и методы

Бесовское болото расположено в Тихвинском районе Ленинградской области. Район имеет равнинный рельеф с незначительными абсолютными высотами, в среднем от 50 до 150 м над уровнем моря. Область работ представляет собой аккумулятивную озерно-ледниковую равнину. В своей центральной части она имеет плоскую поверхность и окружена более высокими периферическими участками, с волнистым рельефом. В южной части непосредственного района работ расположена река Сясь. Современный рельеф слагают четвертичные отложения, состоящие из ледниковых валунных суглинков, безвалунных глин и песков, подстилаемых мореной [2].

Буровые изыскания на озере проводились в течение двух полевых сезонов 2016-2017 гг. группой аспирантов РГПУ им. А.И. Герцена. В центральной части болота близ деревни Бесовка (далее болото Бесовское) были пробурены две скважины разной мощности. Опробование производилось в зимний и летний сезоны, с использованием русского бура. После извлечения колонки донных озерных отложений нами было проведено литологическое описание донных отложений, измерена мощность колонки, каждый образец был маркирован и помещен в контейнеры для хранения (рис. 2) [5]. Мощность опробованных колонок донных осадков болота Бесовского составила 8м 20 см [1].

Во время обработки донных осадков в лаборатории геохимии окружающей среды кафедры геологии и геоэкологии РГПУ им. А.И. Герцена применялась стандартная методика извлечения микрофаунистических остатков Cladocera из донных отложений, с внесенными модификациями [6].

Отряд *Cladocera* представлен микроскопическими ракообразными организмами, которые в биоценозах озер часто являются доминирующими планктонными и пелагическими формами. В донных отложениях Северной Евразии они преимущественно представлены ископаемыми остатками следующих литоральных семейств: хидорид (*Chydoridae*), сидид (*Sididae*), планктонными видами босмин (*Bosminidae*) и дафний (*Dafniidae*). Скелеты кладоцер в осадках сохраняются в виде фоссилизированных сегментов [4, 6]. В настоящий момент для разреза болота Бесовское выполнен микропалеонтологический анализ в интервале осадков от 400 до 820 метров. Преобладающей пелагической планктонной формой в составе сообщества болота Бесовское является *Bosmina (Eubosmina)*, семейства *Bosminidae*; в

течение всего интервала опробования доля ее фоссилизированных останков приближается к 40-50%, однако пиковых показателей численности по разрезу установить не удалось [9, 8]. Также в изученном интервале разреза установлено наличие следующих форм – *Bosmina longirostris, Alonella nana* и *Camptocercus rectirostris.* Семейство *Daphiidae* также представлено в танатоценозе единичными находками *Daphnia longispina* (рис. 3) [6, 4].

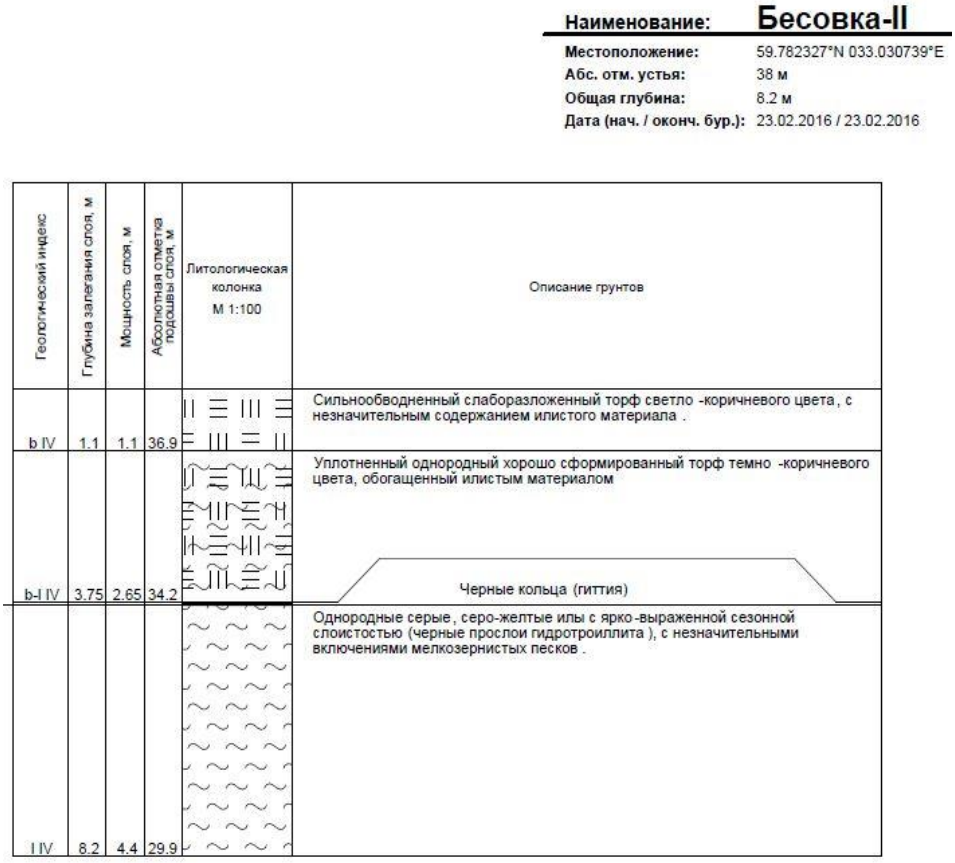


Рис. 2. Колонка донных отложений болота Бесовского

Обсуждение результатов

При детальном определении видов и изучении морфологии Cladocera танатоценоза Бесовского болота выявлены следующие особенности [9]: крайне низкое количество фоссилий на пробу (в сравнении с другими ранее изученными водоемами востока Ленинградской области); скудный видовой состав; небольшой размер, что говорит о неблагоприятных условиях окружающей среды.

Таким образом, интерпретация полученных микропалеонтологических данных может выглядеть следующим образом – согласно исследованиям гидробиолога В.В. Вербицкого (1984 г.) [1], малая продуктивность и крайне скудный видовой состав, а также малые размеры ископаемых организмов позволяют предположить наличие определенных неблагоприятных биотических и абиотических факторов, влияющих на репродукцию и распространение сообщества ветвистоусых рачков Cladocera [4].

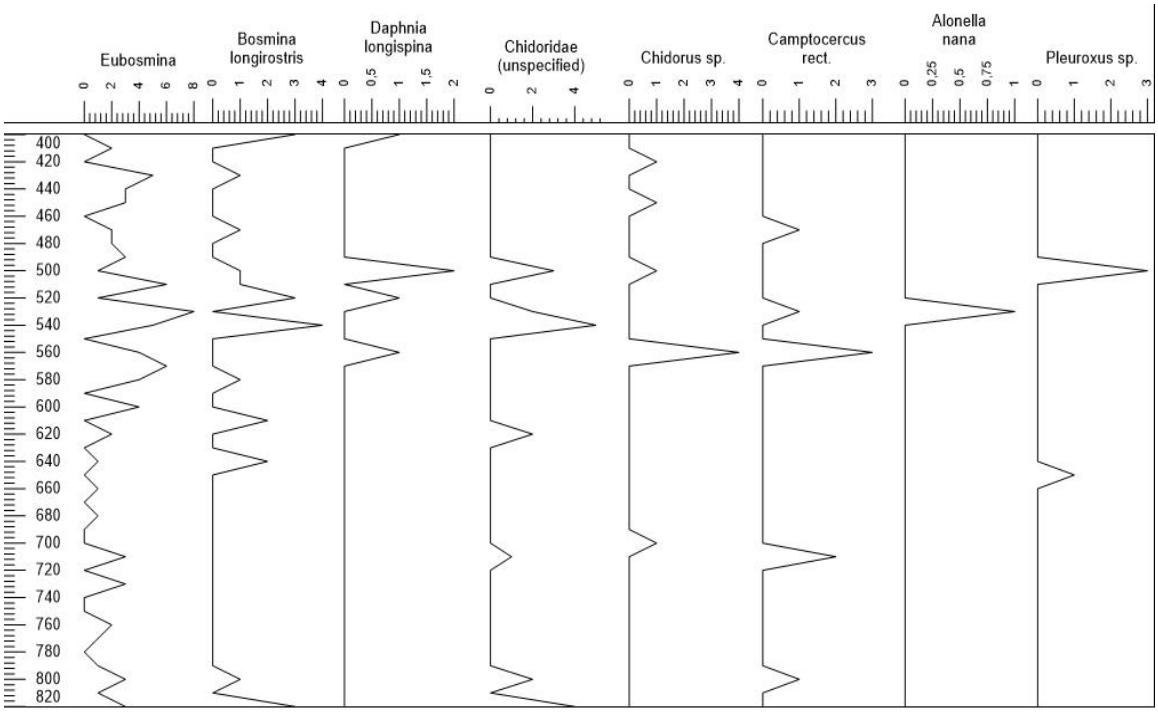


Рис. 3. Схема распределения Cladocera по разрезу бол. Бесовского, СКВ. Бесовка II.

Низкое содержание кислорода в водах объекта, для полноценного развития вида Bosmina longirostris необходимо насыщение кислородом воды не ниже уровня 27-30%, при оптимальных для развития организмов температурах [8, 1]. Скудная кормовая база – многие ветвистоусые рачки являются фильтраторами-детритофагами (хотя существуют и хищные формы). Их пищей являются бактерии и мелкие органические остатки (детрит). Как бы то ни было, исследователи проводят корреляцию между увеличением в водоеме сине-зеленых водорослей, подавляющих рост бактерий, и уменьшением количества Cladocera. Неблагоприятный температурный режим, а также изменения PH воды, препятствуют партеногенезу, и приводят к выведению из оплодотворенных яиц Cladocera только самцов, а не самок (таким образом возможно объяснить малые размеры найденных остатков, ведь самцы рачков Cladocera намного мельче самок).

Выводы

Предварительные данные исследования позволяют предположить верность тезиса о последовательном заболачивании предполагаемого объекта – озера Бесовского – в голоцене и требуют дальнейшего подтверждения для установления временной границы эволюции озерной экосистемы в болотную. Очевидно, что данная граница совпадает с литологической границей торфов в разрезе. Таким образом, перспективным представляется проведение радиоуглеродного датирования этих органических остатков с изучением танатоценоза выше по разрезу.

Благодарности

Методику изготовления препаратов и таксономического определения кладоцер Турковский П.С. освоил во время прохождения стажировки по гранту

Академической мобильности РГПУ им. А.И. Герцена в лаборатории лимнологии Университета Ювяскюля (Финляндия) под руководством доктора Л. Невалайнен.

Литература

[1] *Вербицкий В.Б.* Биолого-продукционная характеристика и эколого-физиологические аспекты культивирования Bosmina Longirostris O.F. Muller как стартового живого корма для личинок рыб: дис. кандидата биологических наук, ВНИИПРХ, Москва, 1984

[2] *Нестерова Л.А.* Формирование и эволюция ландшафтов восточной части Ленинградской области: дис. …канд. геогр. наук, СПб, 2004

[3] *Морозов Д.А., Коваленков С.В., Фомичева М.Н., Нестеров Е.М.* Предварительные данные по геохимии озёрных отложений озера Вожанское. - «Науки о Земле и цивилизация. Материалы Международной молодежной конференции». Сборник, 2012. С. 45-50.

[4] Смирнов Н. Н. Историческая биоценология пресноводных биоценозов. – Товарищество научных изданий КМК, Москва, 2010. С. 5-6, 29, 71-77.

[5] *Турковский П.С., Фомичева М.Н., Харитончук А.Ю., Попков Н.Б*. Некоторые сведения о методе микрофаунистического анализа на примере разреза донных озёрных отложений озера Вожанское. - «Меридиан»: Методы и средства исследования природы и общества». Сборник материалов 9-ой международной молодежной школы-конференции. 2016. С. 152-153.

[6] *Турковский П.С., Ремизова С.Т.* Предварительные результаты микропалеонтологического исследования донных отложений оз. Вожанское. - «Геология, геоэкология, эволюционная география». Коллективная монография. РГПУ им. А.И. Герцена, 2015. С. 131-134.

[7] *Широкова В.А., Снытко В.А., Низовцев В.А., Нестеров Е.М.* Тихвинский водный путь – объект исследований историко-научной экспедиции. - «Тихвинская водная система», Коллективная монография. СПб: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2012. – С. 49-59.

[8] *Balcer, M.D., Korda, N.L., Dodson, S.I.* 1984. Zooplankton of the Great Lakes: A guide to the identification and ecology of the common crustacean species, pp. 5-7, pp. 54-56. The University of Wisconsin Press, Madison. 1984.

[9] *Korhola, A., Rautio, M*. Cladocera and other brachiopod crustaceans. In: Smol,J. P. H., Birks, J. B., Last, W. M. (Eds.), Tracking Environmental Change Using Lake Sediments Zoological Indicators vol. 4. Kluwer Academic, Dordrecht, 2001. P. 5-41.

[10] Szeroczynska, K. and Sarmaja-Korjonen, K. Atlas of Subfossil Cladocera from Central and Northern Europe. Friends of the Lower Vistula Society, Swiecie, 2007.

S u m m a r y: The following publication discusses the preliminary results of the micropaleontological analysis of the column sequence of Besovskoye bog bottom sediments. The subject of the study was the Cladoceran microfauna. The Cladoceran subfossils found in the base and in the middle of the cut are described and identified. A lithological scheme has been compiled and the fossils have been linked to the cut.

ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ОБРАЗ ДРЕВНЕЙ РУСИ В ТРАДИЦИЯХ ЗАПАДНОЙ И ВОСТОЧНОЙ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ НАУКИ

А.М. Харитонов
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток

GEOGRAPHICAL IMAGE OF ANCIENT RUS IN THE TRADITIONS OF WESTERN AND EASTERN GEOGRAPHIC SCIENCE

A.M. Kharitonov
Pacific Institute of geography Feb RAS, Vladivostok, Russia

Аннотация. Современные историки сдвинули территорию Древней Руси на совершенно неизвестные античной и средневековой географии территории. Это сильно влияет на наше восприятие событий раннего средневековья, подменяя реальные географические факты ложными историческими посылками, основанными на неверных геополитических выводах Нового времени.
Ключевые слова: Древняя Русь, Киев, Славия, Арта, Скандинавия.

Введение

Современная историческая и востоковедческая наука не сумели полностью совместить географический образ Древней Руси с Востока и Запада на современной географической карте. Частично виноваты в этом сами современные ученые, которые плохо осведомлены о комплексном характере знаний географии с глубокой древности.

В результате при близком знакомстве с переводами и комментариями исторических источников историками и востоковедами [см. 4, 5 и др.] складывается впечатление, что западная и восточная географическая наука средневековья знают о разных частях Древней Руси, которые предположительно можно было бы разместить в Причерноморье и на той территории от Киева до Великого Новгорода, которую собственно и отводят Руси современные историки.

Если бы сама историческая наука настаивала на подобном, то заметить ложность такой географической предпосылки было бы практически невозможно. Однако в силу своей природной консервативности историческая наука настаивает на невозможности существования Причерноморской Руси даже в таком контексте, хотя временами вопрос о возможном существовании подобного государства и поднимается в исторической науке.

Регион исследований, объекты и методы

Сама современная историческая наука в исследованиях географии Руси всегда исходила из концепции ее изначального размещения на тех же территориях, что и России в Новое время. Все современные исторические карты Древней Руси показывают ее размещение от берегов Дуная до Белого моря, от современной столицы Украины до Великого Новгорода, включая небольшие анклавы на Северном Кавказе.

При этом не учтен оказался главный принцип античной географии, которому следовали все географы и раннего средневековья: земли холодного (к которому должны были относиться и земли Руси от Киева до Новгорода) и жаркого климатического поясов считались в космографии необитаемыми!

Не следует также забывать, что эти сведения античности были освящены церковной наукой средних веков и не подлежали пересмотру! Ведь именно так считал высший церковный и географический авторитет в средневековой науке – Аристотель, утверждавший обитаемость земель только у «верхнего» и южного полюсов [см. 1, с. 493-494]!

По этой причине Древняя Русь с общегеографической точки зрения тех времен могла находиться только в Причерноморье, которое греческие колонисты начали осваивать еще в первом тысячелетии до н.э. Только эти территории были хорошо известны античной географической науке со времен Геродота. Все сохранившиеся картографические материалы это подтверждают.

Ведь центр и север Русской равнины появляются на европейских картах не ранее середины XVI столетия – позже начала эпохи Великих географических открытий. Даже карты «хорошо известной Скандинавии» появляются в 1424 (по другим данным – 1427) г. [см. 2] в качестве дополнения к карте, которую обычно приписывают Птолемею.

Исходя из данной стратегии поиска места Руси на карте мира, именно в Причерноморье следует искать и 3 части Древней Руси в восточной географии. Ведь именно эта география продолжала считать незаселенными земли к северу от реки Дон (при этом арабская география уже знала об обитаемости жаркого пояса). Эти сведения арабской географии о Древней Руси особо отмечала Е.С. Галкина [3], хотя на деле и проигнорировала последние. Вероятно, поэтому у нее в монографии не получилось внятной картины географии Древней Руси по данным восточных источников.

При этом из трех частей Руси только Куяву все историки считают Киевом, а по другим центрам Руси мнения сильно расходятся. Но как эта Куява могла быть современной столицей Украины, если лежала вне поля зрения географии средневековья?

Мы считаем, что вторая часть Руси Славия – Дунайская Болгария, города которой называет частью Руси «Список русских городов дальних и ближних» [см. 8]. Ведь Славиями (чаще – Склавинии) европейская и византийская география называют славянские государства на Балканах. Да и столицей Болгарии одно время был город Преслав. Арабская география вполне могла перенять эти сведения западной науки, вероятно, пришедшие в географическую науку из Византии.

Обращает на себя внимание и близость третьей части Руси Арты (Арсы) к скандинавскому имени Руси – Гарды. Скорее всего, это Орда. Место ее где-то на Кавказе, где были условия для круглогодичного кочевания, тогда как степи Украины для подобного просто не предназначены. Это сближает нашу позицию с некоторыми воззрениями Л.Н. Гумилева и непризнанными наукой данными булгарских источников.

Получается, что летописный Киев следует искать также на Северном Кавказе. Это помогает объяснить некоторые нестыковки в череде дат астрономических затмений, приводимых в «Повести временных лет», с географическим положением столицы Украины, которые отмечали еще дореволюционные историки и на которых пытаются спекулировать сторонники

Носовского и Фоменко. Тогда и бегство князя Игоря после поражения от византийцев в морском бою к Керченскому проливу и его гибель от готов в Крыму по византийским данным находят вполне логичное географическое подтверждение. Не зря наших предков греки именовали скифами и тавроскифами!

Здесь же мог находиться и Новгород (не современный Великий Новгород, но иной город с тем же именем!). Ведь его скандинавское название Хольмгард вполне трактуется как остров русов арабской географии, который часто размещают на Тамани [см. 9]. Да и на «карте Птолемея» имеется некий город Навар в этом же регионе. Кроме того, на берегах моря-болота Меотиды (современное Азовское море) размещал варягов-варангов арабский сочинитель ал Хараки [см. 4].

Тогда и призывы кавказских правителей к Древней Руси по оказанию военной помощи выглядят вполне обоснованными, тогда как обращаться в Великий Новгород за той же помощью бессмысленно. Ведь к моменту прихода рати на помощь от момента призыва могло пройти не необходимые несколько дней, но несколько лет. Однако обратил на это внимание (лишь мимоходом, не особенно заостряя внимание) только военный историк А.Б. Широкорад, которого не очень жалуют профессиональные историки.

Обсуждение результатов

Скандинавские источники называют Гардарики - Русь «страной тысячи городов». Действительно, если посмотреть на карту в приложении к работе А.В. Кузы [6], где указано порядка 1300 древнерусских городищ, то это не выглядит преувеличением. Вот только если эта «тысяча» размещается на территории с половину современной Европы, то почему же мало кто обратил внимание, что плотность этих городов получается ну уж очень низкой? К тому же данная карта имеет сборный характер и показывает города, которые возникли в разное же время, и далеко не все они существовали одновременно [см. 7].

Для появления подобного термина для Гардарики территория Руси должна была быть чрезвычайно насыщена поселениями, тогда как на отводимых историками землях для нашего государства археологические раскопки чаще фиксируют местонахождение редко расположенных поселений в основном из 2-3 дворов.

Почему опять же не обратили внимание на ограниченность географических знаний средневековья у простого люда, когда порой земли за соседним горным хребтом считались уже территориями на «краю света»? Не станем забывать и о весьма плохой проходимости отечественных дорог еще с древнейших времен – во многие места той же Руси можно зимой было добраться только по руслам замерзших рек.

Получается, что арабская география по сравнению с западноевропейской наукой раннего средневековья была намного более продвинутой. Ведь археологические карты Причерноморского региона показывают, как раз весьма густую сеть поселений здесь в средние века, в т.ч. и в районах Северного

Кавказа. И именно эти знания и усвоила европейская географическая наука, в т.ч. и с помощью посредничества скандинавов. Никакого видимого противоречия в географических знаниях в Европе и на Востоке при этом не возникает.

Но и восточная география весьма слабо представляет себе даже северо-западные области Причерноморья, Крым и Азовское море в ранний период своего существования. В основном об этих землях арабская наука судит, по сохранившимся сведениям, античности, которые сильно устарели после нашествия варваров со времени «Великого переселения народов» [10].

Пожалуй, проникновению научных знаний Востока, почерпнутых в т.ч. и из сочинений античности, на Запад мы обязаны крестовым походам, хотя это был всего лишь малозаметный побочный результат для населения того времени по сравнению с грабежом более богатого соседа. Именно об этом постоянно забывают историки, выдвигая на первый план знания скандинавов о Древней Руси.

Однако у современных историков авторитетами в географических делах являются уже не Аристотель и тем более не современные или арабские географы, но их же собственные классики исторической науки преимущественно германского происхождения. Сама историческая география у них не более, чем вспомогательная историческая дисциплина и только.

Интересно, чем же это существенно отличается от церковных воззрений науки средневековья? Ведь вместо одних святых нам сегодня фактически предлагают уже других. Все в точно заданных пределах схоластики, из которых и вышла, в сущности, современная наука, в т.ч. и историческая.

Но куда исчезла Русь Причерноморская? Как и когда это произошло, что сведения о ней напрочь исчезли из исторической памяти? Видимо, начало ее исчезновения положили жестокие княжеские усобицы на Руси, затем им на смену пришло татарское нашествие и окончательную точку в ее судьбе поставила эпидемия чумы, которая как раз и началась именно в Причерноморье и была здесь наиболее ужасной.

Почему же историческая наука не желает считаться с географическими реалиями средних веков? Во-первых, историкам так удобнее. Объявив географию (историческую) всего лишь вспомогательной исторической дисциплиной, очень удобно ей манипулировать в заданных геополитических рамках.

Во-вторых, появление многих весьма сомнительных исторических концепций, наподобие теорий Носовского и Фоменко, позволяет отмахиваться и от других намного более солидных критиков геополитических воззрений историков современности.

Впрочем, у исторических концепций есть и более серьезный критик – время. А оно сегодня явно работает не на современных представителей геополитического направления в современной истории. Ведь наши построения позволяют дать определенную самостоятельность в исследованиях историкам ближнего зарубежья, историю территорий которых напрямую связывают с отечественными историческими материалами.

Выводы

Таким образом, взгляд с Востока на Русь в средние века получается более проницательный, чем с Запада. Действительно, арабская география доносила до Европы знания античности, а не наоборот. Ведь арабский ученый Идриси составлял для норманнов карту мира, а не пользовался предложенной ими. Потому Европа до сих пор глазами западного обывателя считает Россию единой Ордой (Гарды), тогда как Восток выделял несколько ее частей еще в средние века.

Но если Древняя Русь могла быть только Причерноморской Русью, то это вполне может объяснить многие противоречия между Л.Н. Гумилевым и его противниками. Тогда именно эту Русь с ее тюркскими союзниками в Причерноморье и разгромила Орда при том, что Русь Московская уцелела. Ведь до нее еще нужно было добраться по пути на далекий север.

А кто в Орде мог знать туда на север пути без проводников? Так что обвинения в приводе татар на Русь в адрес отдельных русских князей в этой связи получаются весьма географически обоснованными.

Литература

[1] *Аристотель.* Сочинения. В 4-х т. Т. 3: Перевод / Вступ. статья и примеч. И.Д. Рожанский. М.: Мысль, 1981. 613 с

[2] *Багров Л.* История картографии. М.: ЗАО Центрполиграф, 2004. 320 с.

[3] *Галкина Е.С.* Тайны Русского каганата. М.: Вече, 2002. 430 с.

[4] *Древняя Русь в свете зарубежных источников*. Т. III. Восточные источники. М.: Русский Фонд Содействия Образованию и Науке, 2009. 264 с.

[5] *Древняя Русь в свете зарубежных источников*. Т. V. Древнескандинавские источники. М.: Русский Фонд Содействия Образованию и Науке, 2009. 384 с.

[6] *Куза А.В.* Малые города Древней Руси. М.: Наука, 1989. 168 с.

[7] *Тихомиров М.Н.* Древнерусские города. М.: Госполитиздат, 1956. 477 с.

[8] *Тихомиров М.Н*. Список русских городов дальних и ближних. / Исторические записки. М., 1952. Т.40. С. 214-259.

[9] *Харитонов А.М.* Где стоял летописный Киев? / География: проблемы науки и образования. LXII Герценовские чтения. Т.2. СПб.: Астерион, 2009. С.439-449.

[10] *Харитонов А.М.* Представления европейских и арабских ученых о географических границах ойкумены в период античности и раннего средневековья. / Эколого-геоморфологические исследования в урбанизированных и техногенных ландшафтах. Чебоксары: ЦИС «Интерактив плюс», 2015. С. 269-278.

S u m m a r y. Modern historians have shifted the territory of Ancient Russia to completely unknown ancient and medieval geography of the territory. This greatly affects our perception of the events of the early middle ages, replacing real geographical facts with false historical assumptions based on incorrect geopolitical conclusions of the New time.

ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ В РАЗРЕЗЕ НИЗКОЙ ТЕРРАСЫ НА ЮГО-ЗАПАДНОМ ПОБЕРЕЖЬЕ ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА

В.А. Чеботарева
СПбГУ, г. Санкт-Петербург, vika.chebotaryowa@yandex.ru

LATE GLACIAL SEDIMENTS IN THE SECTION OF A LOW TERRACE ON THE SOUTHWEST COAST OF LAKE ONEGA

V.A. Chebotareva
Saint-Petersburg State University, St. Petersburg

Аннотация. В ходе работ научно-исследовательской практики по четвертичной геологии ИНОЗ СПБГУ были получены новые данные о геологическом строении позднеледниковой толщи и особенностях современного рельефа юго-западного Прионежья. Эти данные указывают на признаки дифференцированных голоценовых движений амплитудой до 15 м, причем опускания приурочены к полосе побережья в районе Гиморецкой Щельги, и связаны, видимо, с молодыми сбросовыми нарушениями северо-западного простирания.
Ключевые слова: онежский палеобассейн, гляциостатический перекос котловины,

Введение

В основе современной модели развития онежских палеобассейнов в поздне- и послеледниковое время лежит представление о неравномерном гляциоизостатическом перекосе котловины Онежского озера, при котором амплитуда поднятия закономерно увеличивается с юго-востока на северо-запад, ось перекоса проходит через исток р. Свирь в северо-восточном направлении, а изобазы одновозрастных террас имеют, в целом, вид параллельных прямых северо-восточного простирания с постоянным заложением [3]. Вместе с тем, уже более полувека назад стали известны признаки молодых дифференцированных движений, из-за которых одновозрастные бассейновые и субаэральные отложения южного Прионежья имеют одинаковые гипсометрические отметки, что создает при их корреляции неразрешимые противоречия [1].

Регион исследования, объекты, методы

Район исследования расположен в юго-западном Прионежье на побережье Гиморецкой бухты у дер. Володарская при устье р. Куковка (рис. 1). Объектом исследования являются разрезы поздне- и послеледниковых отложений, связанных с различными онежскими палеобассейнами, а также современный рельеф территории. Предмет изучения – связь особенностей геологического строения поздне-послеледниковой толщи и современного рельефа с молодыми тектоническими движениями. Фактические материалы были получены автором в ходе работ научно-исследовательской практики по четвертичной геологии Института наук о Земле СПбГУ под руководством М.В. Шитова в 2018 году, когда в почти непрерывных расчистках на протяжении более 1,0 км вдоль берега Онежского озера было изучено строение низкой озерной террасы. Всего автором были описаны 4 опорных разреза. Описание ещё одного разреза в районе дер. Каскесручей предоставлено автору

М.В. Шитовым. В этих разрезах были описаны литологический состав и структурно-текстурные особенности отложений, специфические деформационные текстуры, установлены взаимоотношения сложенных этими отложениями геологических тел, а также их связь с современным и погребенным рельефом.



Рис. 1. Местоположение района работ, тыловые швы низких террас и предполагаемые направления голоценовых движений.

Результаты исследования и их обсуждение

Как видно на рисунках 1 и 2, отметки тыловых швов низкой террасы закономерно повышаются с юго-юго-востока на северо-северо-запад от 35-40 м абс. в районе Гиморецкой Щельги и дер. Гимрека, до 40–45 м абс. в низовьях р. Куковка у дер. Володарская и до 50-55 м абс. к северу от дер. Каскесручей, то есть эта терраса перекошена 10-15 м. При этом береговые обрывы повышаются от 3 м в устье р. Куковка до 10 м у дер. Каскесручей, а к югу от дер. Гимрека абразионный берег сменяется аккумулятивным (рис. 1).

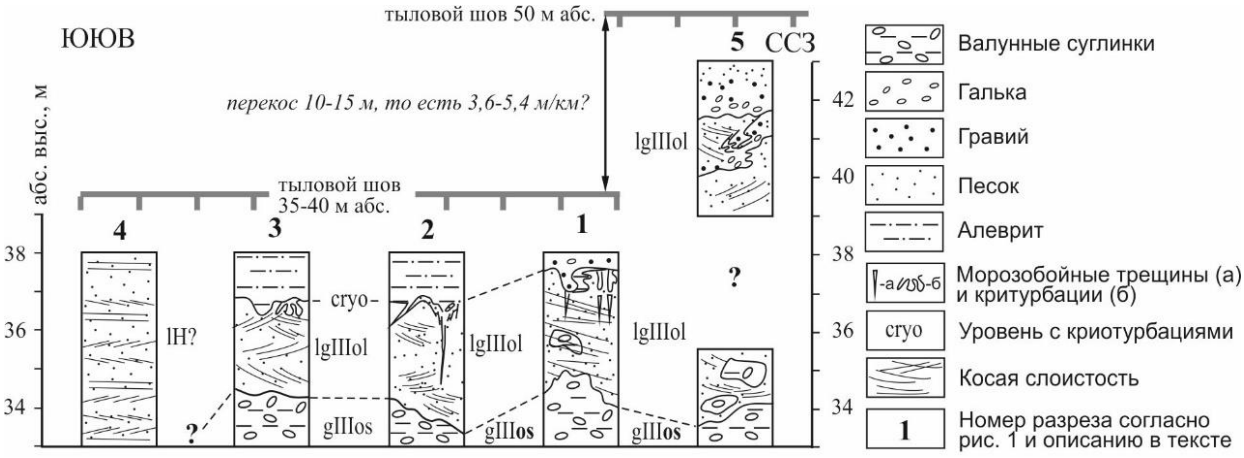


Рис. 2. Корреляция разрезов позднее- и послеледниковых отложений побережья Онежского озера в районе р. Куковка – дер. Каскесручей.

Как видно на рисунке 2, к северу и к югу от устья р. Куковка разрезы имеют принципиально разное строение. Это выражается в составе и строении пачек, высоте разрезов и наличии в них деформаций, морозобойных трещин и криотурбаций. В разрезах северной группы (№ 1, 2, 3 и 5 на рис. 1 и 2), в основании залегает осташковский тилл –диамиктонно-валунный серовато-коричневый с видимой мощностью более 2 м, которого в южном (№ 4) разрезе мы не наблюдаем. Там весь разрез представлен однообразными хорошо сортированными мелко-среднезернистыми песками с косой слойчатостью (рис. 2, 3.5).

В разрезах северной группы тилл перекрыт средне-грубозернистыми песками с троговой слоистостью (подводных береговых валов?) и мощными косыми сериями (рис. 3.3), которые выше сменяются песками, алевритами, гравием, галькой с редкими крупными валунами и разнообразными деформациями – кон- и инволюциями, внедрениями (рис. 3.3), следами ликвефакции (сейсмиты?), а также сетчатыми криотекстурами (рис. 3.4) и морозобойными трещинами вертикальной протяженность до 2,5 м (рис. 3.2). Всего было отмечено наличие пяти морозобойных трещин, что наряду с криотекстурами и криотурбациями указывает на позднеледниковый возраст отложений разрезов северной группы, откуда следует, что в устье р. Куковка на одном гипсометрическом уровне находятся разновозрастные отложения, граница между которыми проходит приблизительно по руслу реки.

Наличие позднеледниковых отложений в разрезе низкой террасы вступает в противоречие с известной схемой И.Н. Демидова [3] перекоса террас Онежского приледникового озера – в районе устья р. Куковка они должны находиться приблизительно на тех же высотных отметках, что и у дер. Каскесручей, то есть на 5 м выше, что наряду с отчетливым перекосом тыловых швов на 10-15 м указывает, вероятно, на голоценовые дифференцированные движения в районе Гиморецкой Щельги, предполагавшиеся еще Г.С. Бискэ и Г.Ц. Лаком [2]. Эти движения контролируются, вероятно, нарушениями северо-

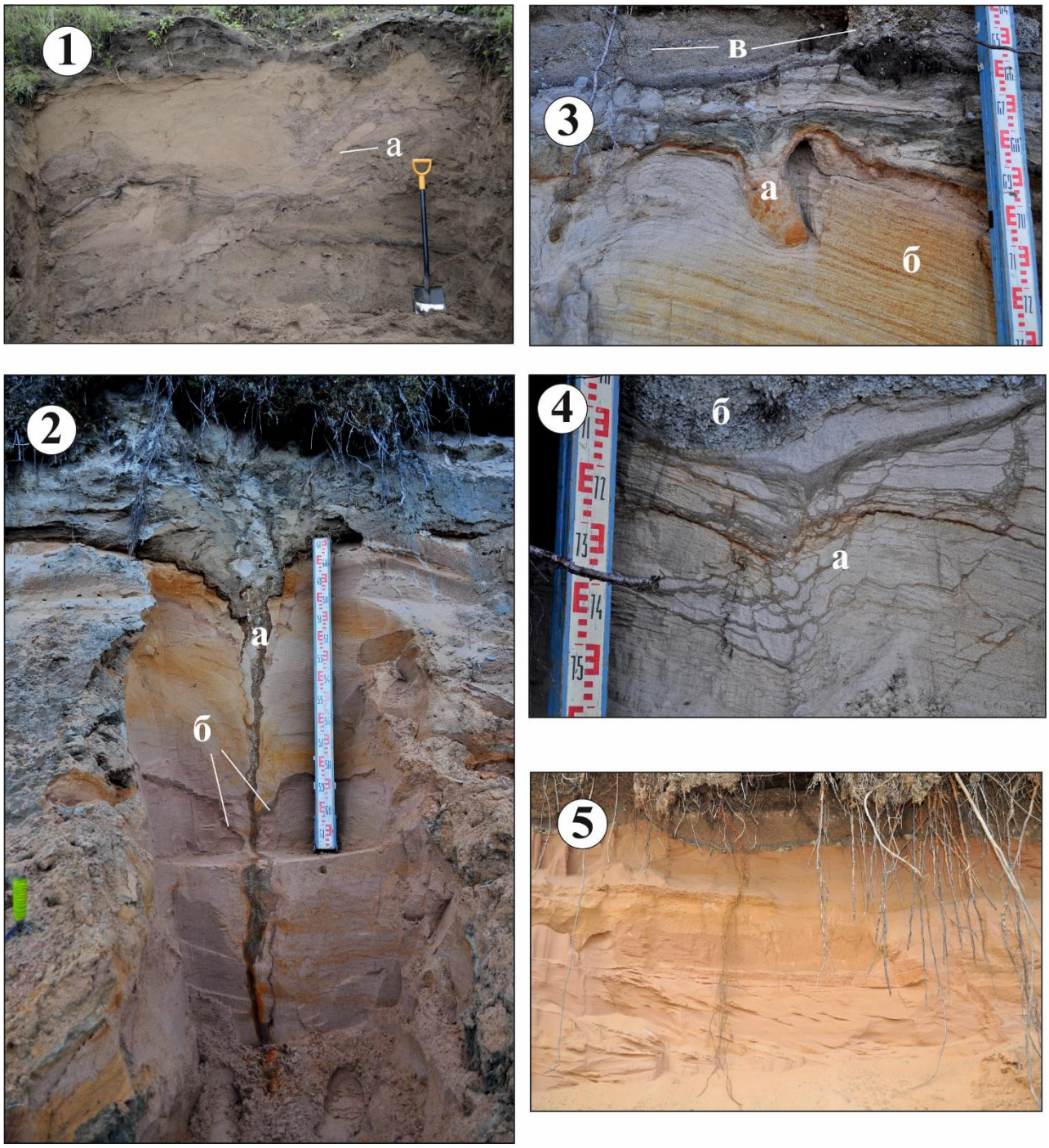


Рисунок 3. Характерные структурно-текстурные особенности: 1- деформации (а) в озерно-ледниковых отложениях разреза № 5; 2 - морозобойная трещина в разрезе № 2 (а - заполнение, б - ступенчатые сбросы); 3 - инволюции (а), мощная косая серия (б) и гравийно-галечные отложения в разрезе № 1; 4 - сетчатые криотекстуры (а) и гравийно-галечные отложения (б) в разерезе № 1; 5 - характер слоистости в голоценовых (?) озерных отложениях в разрезе № 4.

западного (параллельно берегу озера) и субширотного (параллельно руслу р. Куковка) простирания.

Полевые работы были проведены в ходе научно-исследовательской практики по четвертичной геологии ИНОЗ СПбГУ на УНБ «Свирская».

Литература

[1] *Бискэ Г.С., Лак Г.Ц., Лукашов А.Д.* Береговые образования Онежского озера и их связь с неотектоникой. Развитие морских берегов в условиях колебательных движений земной коры. Таллин, 1966. С. 178-182.

[2] *Бискэ Г.С., Лак Г.Ц.* О причинах послеледниковых колебаний береговых уровней на юго-восточной окраине Балтийского щита. Baltica, 1967. 3, С. 203-213.

[3] *Демидов И.Н.* О максимальной стадии развития Онежского приледникового озера, изменениях его уровня и гляциоизостатическом поднятии побережий в позднеледниковье. Геология и полезные ископаемые Карелии. 2006. Вып. 9, С. 171-181.

S u m m a r y. In the course of the research work on the Quaternary Geology of the Institute of Earth Sciences of St. Petersburg State University, new data were obtained on the geological structure of the Late Glacial stratum and the features of the modern relief of the south-western Prionezhie. These data indicate signs of differentiated Holocene movements with an amplitude of up to 15 m, with subsidence occurring along the coastal strip in the area of the Gimoretsky Schelga, and are apparently related to young faults of the north-west strike.

ОПЫТ СОПОСТАВЛЕНИЯ КАРТ ГЕРАРДА МЕРКАТОРА С СОВРЕМЕННОЙ КАРТОЙ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

В.Е.Чемезов

г. Якутск, v.chemezov@mail.ru

EXPERIENCE IN COMPARING MAPS OF GERARD MERCATOR WITH A MODERN MAP OF NORTHEASTERN RUSSIA

V.E. Chemezov

Yakutsk

Аннотация. Автор, посредством сопоставления карт Арктики и Азии Герарда Меркатора, изданных в 1595 году, с современной картой России, проследил сухопутные и водные пути, существовавшие ранее XVII века на северо-востоке Азии. Изложена авторская методика визуального сопоставления указанных карт.

Ключевые слова: методика сопоставления карт, северо-восток России, карты Герарда, Меркатора, дорожные карты, исторические поселения.

Введение

Автор рассмотрел карты Арктики и Азии Герарда Меркатора, опубликованные в 1595 году в составе Атласа мира, и размещённые в настоящее время в Интернете, и сопоставил их с современной картой России (рис. 1).

В результате выполненных работ, автором установлено, что на названных выше картах Меркатора достаточно точно изображена площадь северо-востока

современной Российской Федерации [4]. На территориях Сибири и Дальнего Востока на картах Меркатора отображены реки Обь, Хатанга, Лена, Колыма с отдельными притоками и реки, впадающие в Охотское море. Из горных систем Сибири и Дальнего Востока изображены хребты Верхоянской цепи, Сунтар-Хаята, Момский, Селенняхский, Сэттэ-Дабан, Джугджур, Становой, Патомского и Северо-Байкальского нагорий.

В настоящей работе представлен, как пример авторского опыта сопоставления, результат сравнения изображений на карте Азии Меркатора [2] озера Jart и реки, вытекающей из него, с изображением озера Большое Токо и речной системы, связанной с ним, на современной карте [3].

Регион исследований, объекты и методы

Карты Герарда Меркатора невозможно сопоставлять с современной картой, используя координатную сетку. Потому что, хотя Меркатор создал наиболее точные карты своего времени, он обладал недостаточно полной информацией по географии стран и территорий, карты которых составлял. На его картах отсутствуют обширные площади земной поверхности, охватывающие целые регионы. Например, на карте Азии Меркатора не показаны бассейн реки Енисей, озеро Байкал, обширные степные и пустынные площади севера Китая и Монголии.

Автор статьи провёл сопоставление карт Меркатора с современной картой северо-востока России по визуальному сходству, находя участки с похожими по рисунку рельефа местности. Эти участки представляют собой отрезки долин разных водотоков, изображённых на современной карте, и соединённых в единый маршрут передвижения древних путешественников. Надо полагать, что путевые картографические документы путешественников впоследствии стали источниками информации для Меркатора при составлении им своих карт.

Для сравнения карт, маршрут передвижения, отображённый на карте Меркатора, и отрезки долин водотоков на современной карте, входящие в трассу маршрута передвижения, разбивались на сопоставимые по рисунку участки.

В тексте и на графическом приложении автором приведены индексы, показывающие сопоставленные отрезки изображений рек, на карте Азии Меркатора (I, II, III) и на современной карте (I^1, II^1, III^1).

Ниже приводится подробное описание сопоставления участков системы рек, связанной с озером Jart, с участками речной системы, связанной с озером Большое Токо.

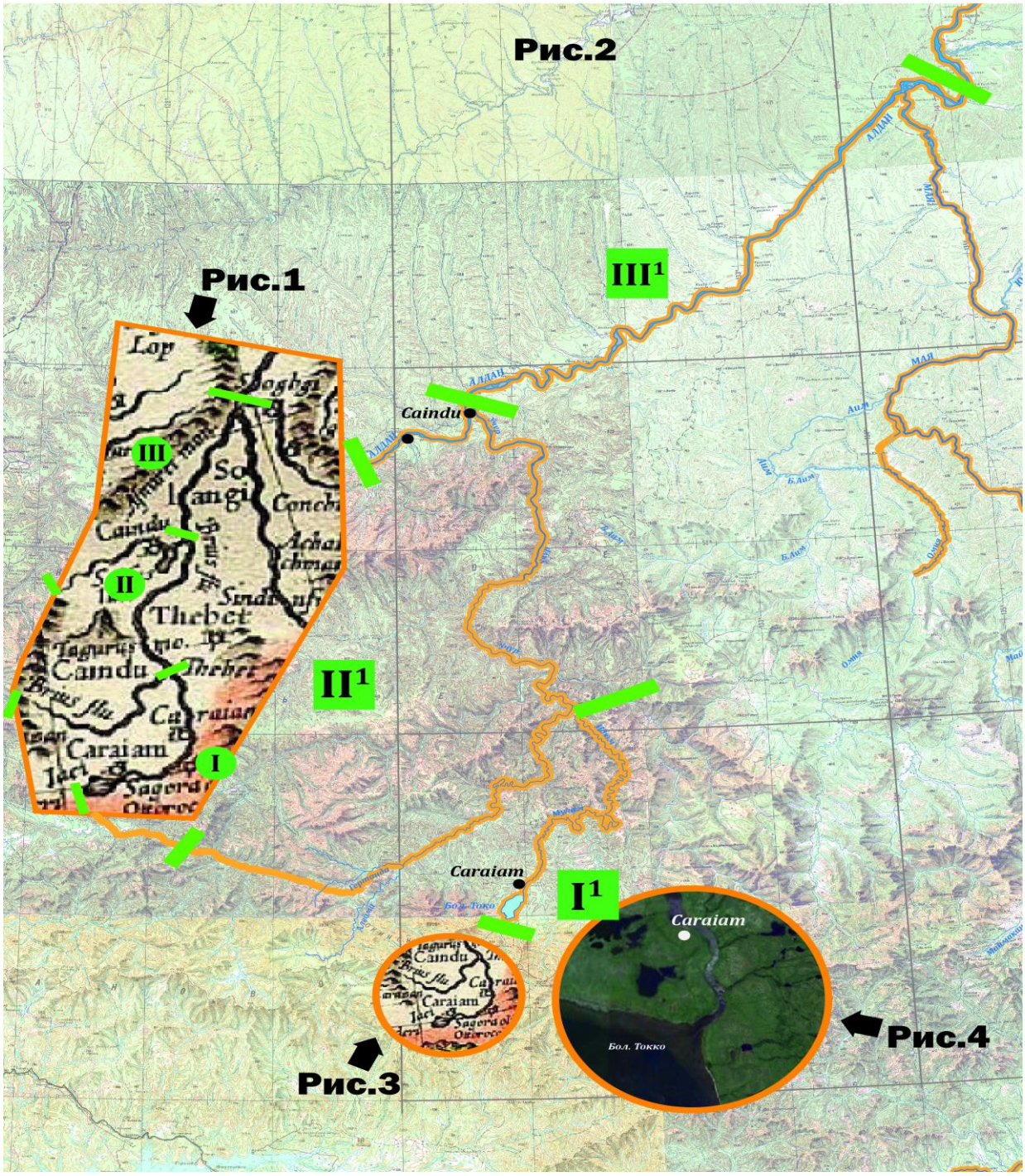


Рис. 1.

Рис. 1. Изображение озера Jart и связанной с ним системы рек на карте Азии Герарда Меркатора. Полосками зелёного цвета обозначены границы сопоставляемых отрезков долин рек. Римскими цифрами в зелёных кружках обозначены условные номера сопоставляемых отрезков долин рек.

Рис. 2. Изображение озера Большое Токо и связанной с ним системы рек на современной карте. Полосой жёлтого цвета выделены пути, проложенные по долинам рек, изображённые на карте Меркатора. Полосками зелёного цвета обозначены границы сопоставляемых отрезков долин рек. Римскими цифрами в зелёных квадратах обозначены условные номера сопоставляемых отрезков долин рек.

Рис. 3. Поселения Caraiam и Sagora olim Okorocora на карте Азии Герарда Меркатора.

Рис. 4. Предполагаемое место расположения поселения Caraiam на спутниковой карте Google.

Озеро Jart и связанная с ним речная система на карте Меркатора

Река, вытекающая из озера Jart, является правым притоком достаточно большой реки под названием Brius flu (рис. 1). Изображение озера Jart и связанной с ним системы рек на карте Азии Герарда Меркатора. Полосками зелёного цвета обозначены границы сопоставленных отрезков долин рек. Римскими цифрами в зелёных кружках обозначены условные номера сопоставленных отрезков долин рек. Для проведения сопоставления с современной картой, изображение озера Jart и связанной с ним системы рек, автором условно разделено на три отрезка, расположенные последовательно вниз по течению: Первый отрезок (I) – правый приток реки Brius flu, от озера Jart, из которого он вытекает, до впадения в реку Brius flu. Приток полукруглым изгибом изменяет направление своего течения с юго-восточного (при вытекании из озера) на северо-северо-западное.

В долине притока реки Brius flu Меркатором отмечены три поселения, находящиеся в его среднем и верхнем течениях. Самое верхнее из поселений, под названием Caraiam, расположено в непосредственной близости от озера Jart, из которого вытекает приток, на его левом берегу. Среднее поселение, носящее название Sagora olim Okorocora, расположено несколько ниже по течению, на правом берегу реки (рис. 3). Второй отрезок (II) – река Brius flu, от истоков до устья левого притока, и левый приток.

В истоках - выше устья правого притока, вытекающего из озера Jart, река Brius flu несколькими ступенчатыми изгибами изменяет направление своего течения с юго-восточного на северо-восточное.

В месте впадения в неё правого притока (I), река Brius flu резким, под углом в 90^0, изгибом, поворачивает на север-северо-запад. Ниже по течению, выше устья левого притока, большим полукруглым изгибом направление течения реки меняется с северо-северо-западного на северо-восточное.

Характерным элементом рельефа на этом отрезке, кроме приведённых выше поворотов русла, является скалистая гора с названием Tagurus, расположенная на левом берегу, напротив большого полукруглого изгиба. Левый приток реки Brius flu извилистый, в своей приустьевой части имеет длинную, петлеобразную излучину, направленную на юг.

Третий отрезок (III) – река Brius flu от устья левого притока до места впадения её в реку Quiam flu. На этом отрезке река характеризуется относительно прямым направлением русла, которое изменяется небольшим тупоугольным изгибом с севера на северо-восток. Впадает река Brius flu в реку Quiam flu слева, под углом около 40-45°. На левобережье этих рек в северо-восточном направлении протягивается горный хребет.

Озеро Большое Токо и связанная с ним речная система на современной карте

Из сведений, приведённых в Кратком географическом словаре-справочнике «Якутская АССР» [1], следует, что озеро Большое Токо находится в бассейне реки Учур, правого притока реки Алдан, и расположено на северном склоне хребта Токинский Становик на высоте 903 м. Длина озера Большое Токо

15 км, ширина 7,5 км, наибольшая глубина 80 м. Из озера Большое Токо вытекает река Мулам.

Прослеженная автором статьи на современной карте северо-востока России речная система, связанная с озером Большое Токо, представляет цепь водотоков, в которой каждая предыдущая река является притоком последующей: Мулам – И ъдюм – Алгома (Алгама) – Гонам – Учур – Алдан.

При сопоставлении с картой Меркатора, вышеприведённая цепь водотоков, связанная с озером Большое Токо, также разделена на три отрезка, расположенные последовательно вниз по течению. Поселения Caraiam и Sagora olim Okorocora на карте Азии Герарда Меркатора.

Изображение озера Большое Токо и связанной с ним системы рек на современной карте. Полосой жёлтого цвета выделены пути, проложенные по долинам рек, изображённые на карте Меркатора. Полосками зелёного цвета обозначены границы сопоставленных отрезков долин рек. Римскими цифрами в зелёных квадратах обозначены условные номера сопоставленных отрезков долин рек.

Первый отрезок (I^1) – реки Мулам – Идюм (ниже устья реки Мулам, до впадения в реку Алгома (Алгама)). Для удобства в работе и лучшего восприятия при чтении, название реки Алгома (Алгама) ниже приводится в одном варианте – Алгома.

Реки Мулам и Идюм (ниже устья реки Мулам, до впадения в реку Алгома), в совокупности, образуют сложный изгиб, которым направление течения воды, вытекающей из озера Большое Токо, изменяется с северо-восточного на северо-северо-западное.

По мнению автора, изображение озера Большое Токо и рек Мулам, Идюм (ниже устья реки Мулам, до впадения в реку Алгома), имеет визуальное сходство с изображением озера Jart и правого притока реки Brius flu на карте Меркатора.

Из поселений, изображённых на карте Меркатора, можно предположить местоположение самого верхнего населённого пункта, как левый берег реки Мулам, в непосредственной близости от места её вытекания из озера Большое Токо. На спутниковой карте системы Google по левому берегу реки Мулам, на расстоянии 1,44 км от озера Большое Токо, имеется одна площадка, на которой, по мнению автора, могло размещаться поселение Caraiam (Рис. 4). Предполагаемое место расположения поселения Caraiam на спутниковой карте Google.

Второй отрезок (II^1) – реки Гертанда – Алгома (ниже устья Гертанды, до впадения в реку Гонам) – Гонам (ниже устья реки Алгома, до впадения в реку Учур) – Учур (ниже устья реки Гонам, до впадения в реку Алдан) и часть русла реки Алдан, расположенная выше устья реки Учур.

Совокупность изображений на современной карте речки Гертанда и отрезка русла реки Алгома, расположенного между устьями её притоков Гертанда и Идюм, создаёт практически одинаковую картину с изображением на карте Меркатора реки Brius flu в её истоках.

Река Учур, ниже устья реки Гонам, имеет большой полукруглый изгиб русла, которым направление её течения изменяется от запад-северо-западного на северо-восточное. Этот изгиб реки Учур имеет очень схожий рисунок с таким же изгибом реки Brius flu на карте Меркатора.

Горное образование, изображённое в этом районе на левом берегу реки на карте Меркатора (гора Tagurus), получило отражение и на современной карте и представляет собой отроги Алданского нагорья.

Часть русла реки Алдан, расположенная выше устья реки Учур, очевидно, на карте Меркатора изображена, как левый приток. Крупный изгиб русла Алдана, расположенный в непосредственной близости от устья реки Учур, и направленный вершиной своей дуги на юго-восток, на карте Меркатора мог быть изображён как петлеобразная излучина.

Третий отрезок (III^1) – река Алдан между устьями её крупных правых притоков – рек Учур и Мая. На этом участке река Алдан имеет относительно прямое русло, направленное на северо-восток. Река Мая впадает в реку Алдан справа, под углом, близким к 40°. Левобережье реки Алдан, напротив устья реки Мая, занимает Алдано-Амгинский водораздельный хребет, простирающийся в северо-восточном направлении.

Приведённое выше описание участка реки Алдан, расположенного между устьями её притоков Учур и Мая, позволяет достаточно обоснованно сопоставить его с отрезком реки Brius flu от устья левого притока до места впадения её в реку Quiam flu, изображённой на карте Меркатора (III).

Выводы

На основании полученных результатов настоящего исследования, можно сделать следующие *выводы*:

1. Изображение на карте Азии Меркатора речной системы, связанной с озером Jart, соответствует изображению на современных картах цепи рек, связанных с озером Большое Токо: Мулам – Идюм (ниже устья реки Мулам, до впадения в реку Алгома) – Алгома (ниже устья реки Идюм, до впадения в реку Гонам) – Гонам (ниже устья реки Алгома, до впадения в реку Учур) – Учур (ниже устья реки Гонам, до впадения в реку Алдан) – Алдан между устьями притоков Учур и Мая.

2. На карте Меркатора под названием река Brius flu представлена цепь водотоков, состоящая из рек Гертанда – Алгома (ниже устья речки Гертанда, до впадения в реку Гонам) – Гонам (ниже устья реки Алгома, до впадения в реку Учур) – Учур (ниже устья реки Гонам, до впадения в реку Алдан) – Алдан между устьями притоков Учур и Мая.

Под названием река Quiam flu на карте Меркатора представлены реки Мая и Алдан (ниже устья реки Мая).

3. Изображение северо-восточной Азии на карте Азии Герарда Меркатора, вероятно, составлено по сведениям дорожных карт, использованных при транспортных сообщениях по её площади.

Литература

[1] *Мостахов С.Е., Некрасов И.А., Дмитриева З.М., Калмыкова А.И.* Якутская АССР (краткий географический словарь-справочник). – Якутск: Кн. Изд-во, 1980. – 184 с., ил.- С. 43.
[2]. Atlas cosmographicae (Mercator) 039.jpg https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Atlas_Cosmographicae_(Mercator) Дата обращения 18.03.2019.
[3]. Карта СССР. Масштаб 1:1000000. Главное управление геодезии и картографии при СМ СССР. М.: 1982.
[4]. *Чемезов В.Е*. Эллэй родом из викингов. Научно-популярное издание. – Якутск: Комюел, 2013 – 80 с.

S u m m a r y. The author, by comparing maps of the Arctic and Asia by Gerard Mercator, published in 1595, with a modern map of Russia, traced the land and water routes that existed before the XVII century in North-East Asia. The author's technique of visual comparison of the specified cards is stated.

ИЗУЧЕНИЕ ГОЛОЦЕНОВЫХ ТРАНСГРЕССИЙ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ НА ТЕРРИТОРИИ КАРЕЛЬСКОГО ПЕРЕШЕЙКА

А.Е. Шаталова*, Ю.А. Кублицкий*, Д.А. Субетто*, А. Розентау**,
А.В. Лудикова***, Н.В. Соколова*, Л.С. Сырых*
**РГПУ им. А. И. Герцена, г. Санкт-Петербург, Россия*
***Университет Тарту, г. Тарту, Эстония*
****Институт Озероведения, г. Санкт-Петербург, Россия*

STUDY OF HOLOCENE SEA-LEVEL CHANGES OF THE BALTIC SEA ON THE TERRITORY OF THE KARELIAN ISTHMUS

A.E. Shatalova*, U.A. Kublitsky*, D.A. Subetto*, A. Rosentau**,
A.V. Ludikova***, N.V. Sokolova*, L.S. Syrykh*
**Herzen State Pedagogical University, St. Petersburg, Russia*
***The University of Tartu, Tartu, Estonia*
****Institute of Limnology, St. Petersburg, Russia*

Аннотация. Северо-западная часть Карельского перешейка с точки зрения палеолимнологии изучена недостаточно. Именно эта область представляет наибольший интерес для установления трансгрессивно-регрессивных циклов восточной части Финского залива в голоцене. С этой целью авторами были выбраны 3 объекта на разных гипсометрических уровнях. В публикации представлены первые результаты исследования.
Ключевые слова: седиментация, голоцен, трансгрессии, палеолимнология, Литориновое море.

Введение

Важное место в эволюционной географии занимает наука палеолимнология. Специалисты этой области изучают события прошлых эпох по материалу, осажденному на дне водоема. Донные отложения несут информацию о важнейших физических, химических и биологических показателях водоема, таких как температура, влажность, соленость, проточность, степень освещенности, степень эвтрофикации и других. Также палеолимнологические методы позволяют идентифицировать глобальные, региональные и локальные события, например следы тектонических движений,

извержения вулканов, падение метеоритов, трансгрессивно-регрессивные циклы морей. Последнее особенно актуально для густозаселенной и уязвимой к наводнению восточной части Балтийского региона, территория которого была затоплена Литориновыми трансгрессиями [4]. Вопрос изменения уровней пра-Балтийского моря в течение позднего плейстоцена и голоцена изучается специалистами многих европейских стран. До сих пор ведутся дискуссии о количестве голоценовых трансгрессий, их пространственных и временных рамках, а также о существовании соединения Балтики и Ладоги (Хейниокский пролив на Карельском перешейке) [3].

Объекты и методы

С целью реконструкции динамики трансгрессивно-регрессивных циклов Балтийского моря и изменении природных условий северной части Карельского перешейка, были выбраны 3 озера на разных гипсометрических отметках: Голубое (11 м), Можжевельное (14 м) и Тригорское (16 м). Отбор проб производился в октябре 2017 г. с плота, с использованием русского бура. В поле была подробно изучена территория вокруг озер, измерена батиметрия, в полевом дневнике описано более 30-ти колонок осадков. Затем объекты упаковывались и перевозились в лабораторию [6]. Камеральные исследования состоят из анализа степени изученности вопроса на данной территории, вскрытия и корреляции кернов, их разделения на анализы: геохимический, диатомовый, палинологический, хирономидный и АМС-датирование.

Обсуждение результатов

Одним из важнейших этапов формирования Балтийского моря является стадия Литоринового моря, соответствующая атлантическому периоду голоцена, когда наблюдались наиболее высокие температура и влажность. Это время совпадает со временем наибольшего распространения широколиственных пород и наибольшей соленостью Балтийского моря [2].

Исследования береговой линии Литоринового моря в восточной части Финского залива начали проводиться уже в конце XIX века (De Geer 1894; Berghell 1896) и в начале XX века (Ailio 1915). Ramsay (1920) объединил результаты первых исследований и установил, что как Анциловая, так и Литориновая трансгрессии достигали высоты в 10 м, а по словам Маркова (1931), Литориновые трансгрессии были даже выше Анциловых. Далее эта тема изучалась такими авторами как Kessel и Raukas (1967) Lepland (1996), Miettinen (2004) и др. На основе исследования озерных отложений в восточной части Финского залива Литориновый период начался примерно 8.45 кал. л.н. Максимальный уровень трансгрессии наблюдался между 7.6-6.5 кал. л.н. Некоторые авторы идентифицируют также от двух до шести волн трансгрессии. Соленость прибрежных вод составляла по оценкам, 6-8‰, это примерно в два раза больше, чем сегодня. Наивысшие отметки трансгрессий в восточной части Финского залива достигали в районе г. Выборга (20 м), в то время как вблизи г. Хельсинки до 30 м, а на южном берегу Финского залива – около 12 м. Скорее всего, это связано с неравномерным изостатическим поднятием региона, освободившегося от последнего оледенения [1, 7, 8, 9, 10].

Современные исследования по установлению уровня Литориновых трансгрессий проводились на таких объектах Карельского перешейка как оз. Высокинское, Приветнинское, Черная речка, Глухое, Лахта, а также на озерах южного берега Финского залива: Глубокое, Леши, Бабинское и Хабаровское. Объекты, выбранные авторами, расположены в северо-западной части перешейка, где таких работ еще не проводилось (рис. 1).

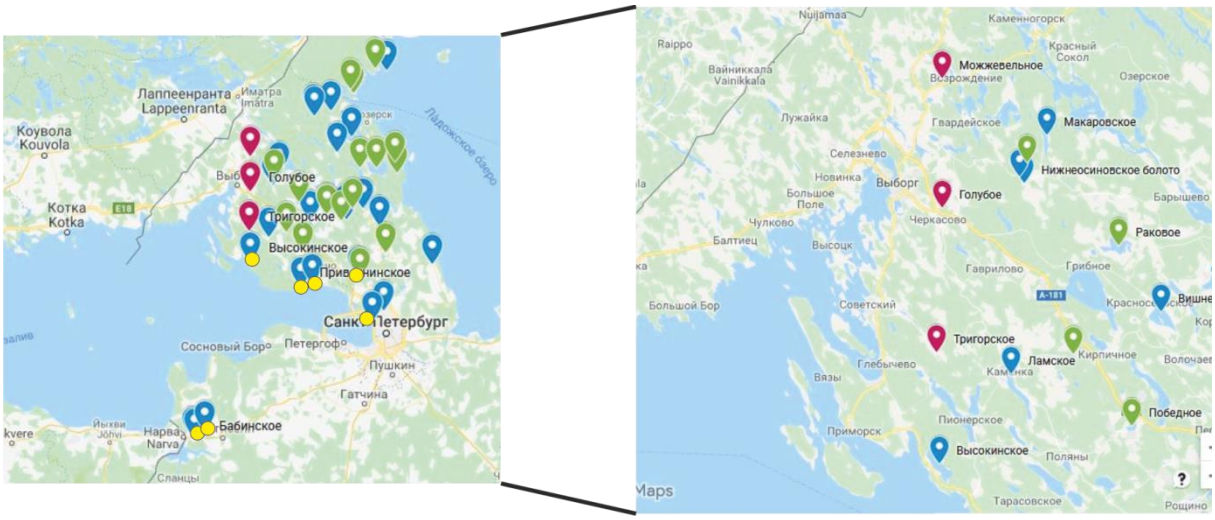


Рис. 1. Карта изученных объектов Карельского перешейка и южного берега Финского залива палеолимнологическими методами (синие и зеленые пунсоны). Красными пунсонами отмечены объекты настоящего исследования, желтыми кругами – объекты изучения трансгрессий.

На данный момент состоялся геохимический анализ озера Голубое, который показал резкое увеличение солености, связанное, скорее всего, с голоценовой трансгрессией Балтики. На основании результатов геохимии и литологии определены горизонты отбора проб для определения возраста методом АМС, палинологического и хирономидного анализов. В скором времени появятся результаты диатомового анализа, который на основании доминирующих видов микроскопических водорослей реконструирует биологические условия водоема [5].

Выводы

Таким образом, комплексное изучение донных отложений озер северной части Карельского перешейка и корреляция результатов с уже опубликованными по региону палеогеографическими материалами дополнят имеющиеся представления о динамике береговой линии Балтийского моря в голоцене, установят динамику климатических условий, подтвердят или опровергнут наличие соединения Балтики и Ладоги в Анциловую стадию.

Благодарности

Исследование проводится при поддержке гранта Президента № МК-5595.2018.5.

Литература

[1] *Марков К.К.* Развитие рельефа северо-западной части Ленинградской области. / Труды Главного геолого-разведочного управления ВСНХ СССР; Вып. 1 [М.; Л.]: Геол. изд-во, (Л. : тип. им. Евг. Соколовой). 1931 г. 256 с. 26 с.

[2] *Марков К.К., Порецкий В.С.* Послеледниковая история окрестностей Ленинграда. / Природа. 1933 № 5-6. – С. 99-103.

[3] *Субетто Д.А.* История формирования Ладожского озера и его соединения с Балтийским морем. / Общество. Среда. Развитие (Terra Humana) – 2007 №1(2) С. 111-120.

[4] *Шаталова А.Е., Кублицкий Ю.А., Субетто Д.А., Розентау А., Лудикова А.В., Соколова Н.В., Сырых Л.С.* Проблемы сохранения и развития Балтийского моря. / Материалы международной научно-практической конференции «Природное и культурное наследие. Междисциплинарные исследования, сохранение и развитие». - СПб: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2018. – 461 с.

[5] *Шаталова А.Е., Кублицкий Ю.А., Субетто Д.А., Розентау А., Лудикова А.В., Соколова Н.В., Сырых Л.С.* Первые результаты палеогеографического исследования северной части Карельского перешейка в голоцене. / Материалы международного семинара «Геология, Геоэкология, Эволюционная география» - СПб: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2018. –392 с.

[6] *Shatalova A.E., Kublitsky U.A., Subetto D.A., Rosentau A, Ludikova A.V., Sokolova N.V., Syrykh L.S.* Study of paleogeographic features of the northern part of the Karelian isthmus during the Holocene. / Paleolimnology of Northern Eurasia: experience, methodology, current status and young scientists school in microscopy skills in paleolimnology: proceedings of the 3rd International Conference (Kazan, Republic of Tatarstan, Russia, 1-4th of October 2018). – Kazan: Publishing House of Kazan University, 2018. – P. 71. ISBN 978-5-00130-038-

[7] *Miettinen, A.* 2004: Holocene sea-level changes and glacio-isostasy in the Gulf of Finland, Baltic Sea. Quaternary International 120, 91-104.

[8] *Ramsay, W.* 1929: Niveauverschiebungen, Eingestaute Seen und Rezession des Inlandeises in Estland. Fennia 52, 48 pp

[9] *Lepland, A., Hang, T., Kihno, K., Sakson, M. & Sandgren, P.* 1996: Holocene sea-level changes and environmental history in the Narva Area. PACT 51, 205-216.

[10] *Miettinen, A., Savelieva, L., Subetto, D. A., Dzhinoridze, R., Arslanov and, K. & Hyvaärinen, H.* 2007: Palaeoenvironment of the Karelian Isthmus, the easternmost part of the Gulf of Finland, during the Litorina Sea stage of the Baltic Sea history. Boreas 36, 441-458.

S u m m a r y. The North-Western part of the Karelian Isthmus is insufficiently studied from the point of view of paleolimnology. This is the area of greatest interest for the establishment of transgressive-regressive cycles of the Eastern Gulf of Finland in the Holocene. To this end, the authors selected 3 objects at different hypsometric levels. The publication presents the first results of the study.

ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ЗАСЕЛЕНИЯ ПОДОНЬЯ - ПРИАЗОВЬЯ В XVI-XIX ВЕКАХ

Д.Ю. Шишкина
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, diana@sfedu.ru

LANDSCAPE-ECOLOGICAL FACTORS OF SETTLEMENT IN THE DON - AZOV REGION IN THE XVI-XIX CENTURIES

D.Yu. Shishkina
Southern Federal University, Rostov-on-Don

Аннотация. Рассмотрены основные исторические, социальные и геополитические условия заселения Подонья–Приазовья. Показана роль природно-экологических факторов в процессе заселения региона и проведена его периодизация.

Ключевые слова: заселение, казаки, станицы, городки, наводнения.

Введение

История заселения Подонья-Приазовья, в административном отношении входящем в Область Войска Донского, глубоко и всесторонне исследована; в многочисленных трудах донских ученых раскрыты собственно исторические, демографические, социально-экономические, политические и другие аспекты этого вопроса [1-5]. В то же время, влияние географических факторов и условий на ход колонизации региона до сих пор не изучено.

Объекты и методы

Изучаемая территория охватывает бассейн Среднего и Нижнего Дона, а также Северо-Восточное Приазовье. В историко-географическом контексте она воспринимается, прежде всего, как ареал формирования и расселения специфической военизированной субэтнической общности – донского казачества. В системе административно-территориального деления России регион выделялся как Земля (с 1870 г. – Область) Войска Донского.

Ретроспективный анализ ландшафтных факторов заселения базируется на комплексном историко-геоэкологическом подходе. Использованы картографический, статистический, сравнительно-исторический, топонимический и ряд других методов. В основу работы положен обширный свод исторических источников: экономико-географических описаний, результатов переписей, краеведческих сообщений.

Обсуждение результатов

До появления донского казачества описываемая территория не имела постоянного оседлого населения, исключая жителей расположенной в донской дельте турецкой крепости Азов. Появление на Дону казачьих общин датируется началом XVI в., а в 40-х годах этого столетия впервые упоминаются казачьи поселения – городки. Городки представляли собой небольшие укрепленные поселения, расположенные в пойме Дона. Преимущества пойменного положения заключались в наличии удобных водных путей, богатых рыбных, лесных и охотничьих угодий. При выборе места под поселение казаки предпочитали участки, природные условия которых обеспечивали неприступность городка и возможность его обороны, и основывали городки «в

глуши лесов и топких низменностей», а также на пойменных островах [6]. На крупном Аксайском острове находились и древние столицы казачества, Раздоры и Черкасск.

В начале XVIII в. в результате продвижения границ России на юг и сокращения угрозы нападения со стороны кочевников и азовских турок казаки начинают заниматься сельскохозяйственной деятельностью. Освоив земли в непосредственной близости от городков, получивших к тому времени название станиц, казаки стали выходить за их пределы и основывать новые формы поселений – зимовники и хутора. Размещались они обычно по малым рекам и балкам.

В связи с постепенным переходом казачества к хозяйственной деятельности пойменное или островное положение городка утратило свои преимущества. Бурные весенние половодья разрушали дома и хозяйственные постройки, уничтожали скот и запасы хлеба, размывали дороги. Казаки начинают переносить свои поселения, к тому времени ставшие называться станицами, на более возвышенные участки.

Сохранились свидетельства о переселении станиц еще в конце XVII в., но широкий размах оно приобрело в следующем столетии. Нами была проанализирована история переселений 86 станиц, основанных до XVIII в. Всего таких переселений, зафиксированных в исторических источниках, насчитывается 134, причем в 52 случаях причина изменения местоположения не указана. Остальные переселения имеют четкое объяснение причины, и в 74% – это половодья.

Что касается распределения переселений во времени, то выделяются два пика – шестидесятые и восьмидесятые годы XVIII в. Причину столь массового переселения в первом случае не удалось установить, во втором она очевидна – перемещение станиц на новое место произошло после известного половодья 1786 г. – «Краснощековской воды». Наибольшее число переселений, – пять, – совершила станица Распопинская. Два первых произошли по неизвестным причинам, а три последующих, – в 1700, 1730 и 1793 гг., – из-за половодий.

Вторая причина переселений – меандрирование Дона, приводившее к естественному перемещению поселения с безопасного правого берега на незащищенный левый, открытый для нападения кочевников. Так произошло со станицей Верхне-Курмоярской, существовавшей на правом берегу до перемещения основного русла Дона в ерик Желобковку. Поселение оказалось на левой небезопасной стороне, и в 1730 г. жители вынуждены были перебираться на правый берег. В 1751 г. по этой же причине изменила свое положение станица Романовская [7].

Следует подчеркнуть, что размыв речных берегов продолжал создавать угрозу для приречных поселений и в XX в. В докладе отдела землеустройства и земледелия Большому Войсковому кругу в 1919 г. говорится, что переселение из-за разрушения береговой полосы угрожает станицам Федосеевской, Раздорской, Иловлинской, Казанской, Верхне-Чирской, Романовской, Багаевской [8].

Определенную роль в переселениях играло перемещение песчаных массивов, приближавшихся к поселению. Так, Гундоровская в 1783 г. переселилась на четыре версты ниже по Донцу «ради глубокого песка, заносившего станицу» [9]. Рост площади перевеиваемых песчаных массивов особенно усилился в конце XIX - начале XX в. в связи с их интенсивным хозяйственным использованием. В 1860 г. из-за песчаных заносов переселилась ст. Орловская, расположенная на р. Медведице; в 1895 г. с левого берега Дона на правый перешла Нагавская. Станица Баклановская (ранее Гугнинская) переместилась с Дона на Цимлу в 1875 г., на ее прежнем месте остался хутор Гугнинский, в начале XX в. уже «совершенно засыпанный песком» [10].

Новое направление процесс заселения Донской земли получил в последней четверти XVIII в. после заключения Кючук-Кайнарджийского договора (1774 г.), по которому к России отошло Северо-Восточное Приазовье. Благоприятные природно-климатические условия, полное отсутствие казачьих поселений, мощный миграционный поток украинских крестьян, усилившийся в связи с юридическим оформлением крепостного права в Левобережной и Слободской Украине в 1783 г., сделали эту территорию весьма привлекательной для колонизации. Только в течение 1777 г. в Северном Приазовье и на Донецком кряже было основано 17 крупных слобод, выросших затем в города и большие села. Плотность населения основанного здесь Миусского, впоследствии Таганрогского, округа была самой высокой в Области Войска Донского.

После установления в 1783 г. границы между Россией и Турцией по Кубани создались благоприятные условия для заселения Задонья – левого берега Нижнего Дона. Первые станицы западной части Задонья (Ольгинская, Кагальницкая, Мечетинская и Егорлыцкая) возникли в 1809 г. вдоль Кавказского почтового тракта в связи с необходимостью его обустройства. Казаки неохотно переселялись в задонскую степь, несмотря на заявления Войсковой Канцелярии о том, что «земля здесь травородная и к хлебопашеству удобная» [11]. Переселенцы получали немалые льготы, и все же большую часть населения составили не казаки, а приписанные к станицам крестьяне-украинцы, переведенные затем в казачье сословие.

Еще в середине XIX в. станицы Задонской степи оставались слабозаселенными. «Безводность балок, необходимость рыть глубокие колодцы, недостаток топлива – вот причина слабой заселенности этой стороны» [10]. По свидетельству Н.И. Краснова, «хозяйство находится в упадке: скотоводство от частых падежей, земледелие от саранчи» [12]. Тем не менее, в начале XX в. задонские станицы уже считались богатыми и многолюдными. В Кагальницкой и Егорлыкской, например, проживало по десять тысяч жителей. Ландшафтные условия наложили отпечаток на облик этих станиц: «они широко раскинулись по степи, тогда как придонские тянутся над рекой, лепятся по косогору» [10].

Число станиц к 1916 г. достигло 133 [13]. Главной причиной появления новых станиц стал возрастающий дефицит земли у казаков. Проблема малоземелья решалась путем выделения под новый юрт земли из войскового

запаса. Основными направлениями заселения становятся колонизация восточной части Задонья и уплотнение сети казачьих поселений в сравнительно слабо освоенных бассейнах правых притоков Среднего Дона: Чира, Быстрой, Гнилой и др.

К концу XIX в. фонд наиболее пригодных к освоению войсковых земель оказался исчерпанным, поэтому станицы часто возникали в местностях с неблагоприятными природно-климатическими условиями. Для новых станиц характерно долинное и овражно-балочное положение. В основном, они основаны на малых реках, реже балках: Милютинская – на Гнилой, Таубеевская – на Быстрой, Чертковская – на Кумшаке, Ермаковская – на балке Большая Таловая.

Засушливый климат востока и юго-востока Донской области в сочетании с малоплодородными каштановыми почвами и солонцами сказывались на развитии поселений. Характеризуя одну из таких станиц (Чертковскую), В.В. Богачев писал: «как и большинство станиц, основанных распоряжением начальства, она плохо развивается, имеет уныло-пустынный вид и всего две тысячи населения» [10].

В некоторых случаях природные условия размещения нового населенного пункта были настолько неблагоприятны, что приводили к его быстрому исчезновению. Основанная в начале XX в. в нижнем течении р. Чир станица Краснощековская в годы советской власти была засыпана песками и прекратила свое существование [14].

Выводы

Изучение истории заселения Подонья-Приазовья с середины XVI в. позволяет провести периодизацию этого процесса, принимая во внимание геоэкологические факторы. В качестве окончания начального этапа заселения территории следует принять рубеж XVII-XVIII веков. Этап охватывает около полутора столетий, и его основным содержанием является формирование каркаса расселения в виде цепочки казачьих городков по Дону и его крупным притокам. Приоритет при выборе места поселения отдавался поймам рек и островам.

Возникновение и развитие системы хуторского расселения, уплотнение поселенческой сети за счет хуторов, составляют главные особенности второго этапа истории заселения Дона, завершение которого приходится на 70-е годы XVIII в. Примечательно также изменение функции станиц с военно-оборонительной на сельскохозяйственную и изменение гипсометрического положения поселений.

Основной чертой третьего этапа является продвижение границ заселения на запад и юг, основание поселений в благоприятных природно-климатических условиях. Начало заключительного, четвертого этапа расселения приходится на 70-е годы XIX в., а завершение датируется 1919 г. Его основным признаком являются уплотнение поселенческой сети, основание поселений вдали от крупных рек, на малых реках и балках, зачастую в условиях дефицита плодородных почв и источников питьевой воды.

Литература

[1] *Мининков Н.А.* Донское казачество в эпоху позднего средневековья (до 1671 г.). – Ростов н/Д.: Изд-во РГУ, 1998. – 512 с.

[2] *Пронштейн А.П.* Земля Донская в XVIII веке. – Ростов н/Д.: Изд-во РГУ, 1961. – 367 с.

[3] *Агафонов А.И.* Область войска Донского и Приазовье в дореформенный период. – Ростов н/Д.: Изд-во РГУ, 1986. – 192 с.

[4] *Королев В.Н.* Донские казачьи городки у Эвлии Челеби. / Историческая география Дона и Северного Кавказа. – Ростов н/Д.: Изд-во РГУ, 1992. – С.94-106.

[5] *Мининков Н.А., Рябов С.И.* О заселении Донской земли в XVI-XVII веках. / Известия Северо-Кавказского научного центра высшей школы. Общественные науки. – 1984. № 3. – С. 25-28.

[6] *Щелкунов З.И.* Об устройстве казачьих поселений и об юртовых при них довольствиях. / Сборник областного Войска Донского Статистического комитета. – Вып. 7. – Новочеркасск, 1907. – С. 51-65.

[7] *Сулин И.М.* Краткое описание станиц Области Войска Донского. / Донские епархиальные ведомости – 1893. – №9. – С. 353-358.

[8] Доклад отдела землеустройства и земледелия Большому Войсковому Кругу в февральскую сессию 1919 года. Новочеркасск: Новочеркасская Всевеликого войска Донского типография, 1919. – 79 с.

[9] Географическое описание обитаемой земли Войском Донским. / Древняя российская вифлиофика. Ч.19 – М., 1791. – С. 251-284.

[10] *Богачев В.В.* Очерки географии Всевеликого Войска Донского. – Новочеркасск: Типограф. Управлен. Артиллер. ВВД, 1919. – 550 с.

[11] *Кириллов А.А.* Войсковой атаман Войска Донского граф Матвей Иванович Платов и его административная деятельность. / Сборник областного Войска Донского Статистического комитета. Вып.11.– Новочеркасск, 1912. – С. 1-56.

[12] *Краснов Н.И.* Материалы для географии и статистики России, собранные офицерами Генерального штаба. Земля Войска Донского. – СПб.: Типография Департамента Генерального Штаба, 1863. – 553 с.

[13] Памятная книжка области Войска Донского на 1916 год. – Новочеркасск: Областная в.Д. Типография, 1916.

[14] *Моложавенко В.С.* Чир – казачья река. – М.: Молодая гвардия, 1988. – 144 с.

S u m m a r y. The main historical, social and geopolitical conditions of the settlement of the Don-Azov region were considered. The role of natural-ecological factors in the process of settling the region is shown and its periodization is carried out.

НАЧАЛЬНЫЕ ЭТАПЫ СОЦИОЕСТЕСТВЕННОЙ ИСТОРИИ БАССЕЙНА ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ

Н.М. Эрман*, В.А. Низовцев**
*Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН, Moscow, erman.natalie@mail.ru
**Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Moscow, nizov2118@mail.ru

INITIAL STAGES OF SOCIO-NATURAL HISTORY OF THE UPPER VOLGA BASIN

N.M. Erman*, V.A. Nizovtsev**
*S.I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology of the RAS, Moscow
**Lomonosov Moscow State University, Moscow

Аннотация. Верхневолжский отрезок Великого Волжского пути рассматривается как единая целостная система (культурно-исторический район). Решение поставленной задачи проводилось на двух уровнях: а) региональном – культурно-исторический район Верхневолжского отрезка исторического водного пути (Тверская, Ярославская, Ивановская и Нижегородская области) и б) локальном – исторические центры древнерусских городов (культурно-исторические городские ландшафты). Выполнены реконструкции и оценка ландшафтно-экологических условий жизнедеятельности поселенцев разных материальных культур и формирования древнерусских городов на определенные временные периоды.
Ключевые слова: Ландшафт, природопользование, бассейн Верхней Волги, древнерусские города

Введение

В расселении народов, освоении новых территорий водные пути (речные и озерно-речные системы) во все времена и во всех регионах мира играли исключительную роль. Историография этой тематики необычайно широка и многогранна. Знаменитые российские историки В.О. Ключевский [3] и С.М. Соловьев [7] еще в XIX веке подчеркивали роль рек и речных систем в формировании расселения, хозяйства и административного деления в Древней Руси. Значительная роль рек в становлении государств и развитии городов на водных путях Европы, экономики и торговых связей подчеркивается в работах G. Hausmann [9] и C. Mauch and T. Zeller [10] и др.

Великая русская река Волга явилась стержневой артерией для заселения и освоения Центра и Севера России, формирования и развития русского этноса. Именно в ландшафтах бассейна Верхней Волги зародилось и окрепло ядро русского государства. Бассейн Верхней Волги пограничный в климатическом и ландшафтном плане, с неоднократной сменой природных и исторических условий, имеет сложную историю развития и длительное время являлся экотонной областью взаимопроникновения различных материальных культур и этносов. Одновременно с расселением славян в Восточной Европе во второй половине VIII века стал складываться Великий Волжский торговый путь. Этот путь имел много ответвлений, пронизавших сетью водных дорог лесные пространства Русской равнины. Он шел по Каспию и Волге, затем с ее верховьев поворачивал на север и волоками и небольшими реками к Ильменю и по Волхову к Ладоге [1, 2].

Объекты и методы

Главной целью и основными задачами выполняемых работ является исследование Верхневолжского отрезка Великого Волжского пути как целостного ландшафтно-историко-навигационного объекта, проведение историко-научного и ландшафтно-экологического исследования водной системы, выявление изменений в природной среде под воздействием антропогенного фактора, исследование становления поселенческой структуры и ландшафтных особенностей становления древнерусских городов, неразрывно связанных с этим путем. Основной объект исследования на региональном уровне Верхневолжский отрезок Великого Волжского пути, на локальных уровнях – ключевые участки культурно-исторических ландшафтов древнерусских городов. Исследования охватывали начальный период социоестественной истории бассейна Верхней Волги, от каменного века до позднего средневекового периода.

Базой исследований стали результаты полевых исследований на ключевых участках и анализ источниковедческой базы, отражающей комплексные ландшафтные, компонентные, палеогеографические и археологические опубликованные и фондовые материалы. Среди этих материалов особое место имел анализ и последующее «наложение» ландшафтных карт, археологических и исторических карт на территорию бассейна Верхней Волги. Важным способом исследования является ретроспективные реконструкции природопользования и ландшафтно-историческое картографирование с составлением серии разновременных карт на ключевые участки, отражающих становление городских ландшафтов на определенном историческом этапе в конкретных природных условиях. Серии составленных крупномасштабных ландшафтно-историко-археологических и ландшафтно-экологических карт и профилей сейчас находятся в стадии сведения в единую ландшафтно-историческую ГИС.

Обсуждение результатов

Разнообразие природных условий и практически полный набор ландшафтных комплексов разных иерархических уровней, характерных для бассейна Верхней Волги, обеспечивало прекрасную ресурсную базу для поселенцев во все времена. Ландшафтную структуру бассейна Верхней Волги составляют ландшафты моренных, конечно-моренных, водноледниковых, древнеаллювиально-водноледниковых и озерно-водноледниковых равнин, отличающиеся разнообразием, а нередко и контрастностью экологических свойств, составляющих их ландшафтных комплексов локального уровня [6].

Начиная с мезолита-неолита в бассейне Верхней Волги целая россыпь стоянок отмечается по берегам Селигера и Верхневолжских озер, и долины Волги. Только на территории Тверского края известно более 2000 неолитических стоянок [8]. Воздействие человека на природу было крайне локализовано и ограничивалось биотическими компонентами, практически не нарушая природного равновесия в ландшафте.

Резкая аридизация климата 3200-4100 л.н. приводит к падению уровня вод и к доступности освоения пойменных комплексов. В бассейне Верхней Волги расселяются племена фатьяновской культуры (бронзовый век), занимавшиеся лесным придомным скотоводством. С этого времени появляются первые устойчивые элементы антропогенного происхождения – пойменные луга и начинается постоянное воздействие на ландшафты Верхневолжья, приводящее к необратимым в них экологическим изменениям [4, 6].

В конце суббореального климатического периода (на рубеже IX-VIII до н.э.) в регионе распространились племена дьяковской культуры (ранний железный век). Волжский путь стал играть важную роль дороги межплеменного общения и обмена финно-угорских родовых групп, а также их продолжающегося с эпохи неолита продвижения с востока на запад [8]. Складывается устойчивая поселенческая структура, сохранявшаяся около 1,5 тыс. лет. Она имела ярко выраженный линейный характер. Городища (укрепленные поселения) и селища располагались цепочкой по долинным зандрам и надпойменным террасам р. Волги и ее притоков. Поселения занимали участки речных долин, обладающих очень сложной ландшафтной структурой, состоящие из большого количества разнообразных, а порой и контрастных, по природным свойствам ландшафтных комплексов. Это позволяло вести поселенцам «гибкое» комплексное хозяйство. Появление и развитие примитивного подсечно-огневого земледелия ознаменовало новый период хозяйственного освоения территории. С подсечным земледелием появился и новый вид экологических нарушений ландшафтов, связанный с огневой обработкой. С этого времени массивы вторичных лесов стали постоянным элементом ландшафтов [5, 6].

В VIII веке начинается славянская колонизация этого региона, а с XII века происходит массовое расселение славян и интенсивное хозяйственное освоение этой территории, чему способствовало перемещение центра политической и хозяйственной жизни Киевской Руси на северо-восток. В древнерусский период по берегам Волги и ее притоков формируется постоянная и довольно густая поселенческая сеть. Этот регион становится одним из узловых районов славянского расселения и формирования древнерусского государства.

Главным занятием поселенцев этого времени было пашенное земледелие с возделыванием как злаковых (рожь, ячмень, пшеница, просо), так и зернобобовых и волокнистых культур. Подсека тоже имела место, но применялась при расширении пахотных полей и под освоение новых участков под пашню. Реконструкции природопользования на ключевых участках показывают, что основной массив пахотных земель стал формироваться как в долинах рек, так и на хорошо дренированных участках моренных и зандровых междуречных равнинах с суглинистыми почвами повышенного плодородия. Занятие пашенным земледелием освободило древнерусских поселенцев от «привязанности» к долинам рек и позволило осваивать и междуречные ландшафты с более разнообразными экологическими условиями и богатой ресурсной базой [6].

Уже в XII веке ряд областей Северо-Восточной Руси выделяется высоким уровнем пашенного земледелия и значительными площадями распаханных земель. Например, в Ярославском Поволжье самостоятельное значение как районы полевого пашенного земледелия имели Углече Поле, окрестности оз. Неро, оз, Плещеево – именно в этих очагах культурного ландшафта возникали древние русские города Углич, Ростов, Переславль-Залесский [4].

Ландшафтно-экологический анализ пространственного размещения исторических Верхневолжских городов показал, что на раннем этапе в древнерусский период места для строительства городов (протогородов), как правило, выбирались на важнейших отрезках водного пути с учетом их безопасности, с относительно простой ландшафтной структурой, на низких элементах рельефа. Они располагались преимущественно на пологонаклонных поверхностях низких надпойменных или озерных террас, участках низких долинных зандров, редко на придолинных склонах междуречных равнин, иногда на высоких поймах, выходящих из режима затопления. Это характерно для таких городов, как Дубна, Углич, Мышкин, Ярославль, Рыбинск.

В дальнейшем с XII-XIII вв. города (в первую очередь их укрепленные части - крепости) стали закладываться преимущественно в долинах рек на крутых берегах на относительно изолированных площадках долинных зандров (чаще всего низкий долинный зандр, что соответствует 3-й надпойменной террасе), реже 2-й надпойменной террасы, подрезаемых с боков крутоврезанными долинами мелких дочерних рек или долинами ручьев балочного типа. Ржев, Зубцов, Старица, Тверь, Кашин, Калязин, Романов, Плес, Кострома, Юрьевец, Городец, Нижний Новгород. Посады располагались на более низких уровнях: на второй и первой надпойменной террасах и примыкавшим к этим участкам долинных зандров.

В ландшафтном плане почти все города занимают экотонное положение по границам (или рядом с ними) двух или трех и более ландшафтов с большим набором (от 30 до 40 видов) ландшафтных комплексов локального уровня с разнообразными природными свойствами. Это позволяло городам не только выполнять оборонно-стратегические функции и поддерживать функционирование этого важнейшего торгового пути, но и вести местным поселенцам гибкое комплексное многоотраслевое натуральное хозяйство. Богатая ресурсная база давала возможность городам находиться на «самообеспечении» продовольствием. В целом, земли, окружающие города, как правило, имели оптимальные для землепашцев того времени свойства: выровненные, хорошо дренированные поверхности, суглинисто-супесчаные почвы относительно высокой трофности с благоприятным для земледелия водно-воздушным режимом, «теплые» местообитания с ранними сроками готовности полей к весенним полевым работам. Важно и то, что развитие городов в основном шло по усадебному типу: дом, хозяйственные постройки и прилегающий участок с огородами, садом и т.д. Большинство городов того времени образовывались в густо заселенных землях, как центры сельскохозяйственных районов.

Выводы

Экологические свойства ландшафтов во многом предопределили пути заселения и хозяйственного освоения бассейна Верхней Волги. Во все исторические периоды наблюдается четкая детерминированность поселенческой структуры и систем природопользования от конкретных ландшафтно-экологических условий, определяемых, в свою очередь, экологическими свойствами и морфологической структурой ландшафта. Практически во все времена самыми освоенными, включая и городское строительство, были долинные урочища (поймы, надпойменные террасы, покатые склоны долин) и наклонные поверхности низких и высоких долинных зандров.

Благодарности

Работа выполнена по проектам РФФИ № 18-311-00222 и 19-05-00233.

Литература

[1] *Дубов И.В.* Великий Волжский путь. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1989. – 257 с.
[2] *Кирпичников А.Н.* Великий Волжский путь. / Родина. – 2002. № 11/12. – С. 59-64.
[3] *Ключевский В.О.* Сочинения: В 9-и т. Т. I. Курс русской истории. Ч. I. / Под ред. В.Л. Янина. – М.: Мысль, 1987. – 430 с.
[4] *Колбовский Е.Ю.* История и экология ландшафтов Ярославского Поволжья. Ярославль, 1993, – 114 с.
[5] *Муравьева Л.В.* Антропогенные изменения природных территориальных комплексов в процессе хозяйственного освоения территории. На примере Верхневолжской низины. / Изменение природной среды под влиянием хозяйственной деятельности человека. – Калинин, 1985, - С. 24-31.
[6] *Низовцев В.А., Эрман Н.М.* История хозяйственного освоения ландшафтов Верхневолжского отрезка исторического водного пути. / Ландшафтно-экологическое состояние регионов России. – Воронеж: Истоки. 2015. С. 154-158.
[7] *Соловьев С.М.* История России с древнейших времен. Т. I. – М.: Просвещение, 1993. – 438 с.
[8] *Хохлова Е.Р.* Воздействие человека на ландшафты Верхневолжья в период первоначального освоения территории. / Экологическое состояние природной среды Верхневолжья. Сб. научн. трудов. Тверь. 1995. С. 3-13.
[9] *Hausmann G.* «Mütterchen Wolga. Ein Fluss als Erinnerungsort vom 16. bis ins frühe 20. Jahrhundert». Frankfurt am Main: Campus Verlag. 2009. P. 494.
[10] *Mauch C., Zeller Th.* Rivers in History: Perspectives on Waterways in Europe and North America. Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh Press, 2008. P. 229.

S u m m a r y**.** The Upper Volga segment of the Great Volga Route is considered as a single integral system (cultural and historical region). The review was conducted at two levels: a) regional, such as the cultural and historical region of the Upper Volga segment of the historic waterway (Tver, Yaroslavl, Ivanovo and Nizhny Novgorod regions) and b) local, such as historical centers of the ancient Russian cities (cultural and historical urban landscapes). Reconstruction and assessment of landscape-ecological conditions of life for settlers of different material cultures and the formation of ancient Russian cities at certain time periods were carried out.

РОЛЬ ИСТОРИЧЕСКОГО ФАКТОРА В ФОРМИРОВАНИИ ПРИРОДНО-ЗОНАЛЬНЫХ ГРАНИЦ БОРЕАЛЬНОГО ЭКОТОНА НИЖЕГОРОДСКОГО ПОВОЛЖЬЯ

В.П. Юнина, М.В. Сидоренко
ННГУ им. Н.И. Лобачевского, г. Нижний Новгород, ecocenter_nngu@mail.ru

THE ROLE OF HISTORICAL FACTORS IN THE FORMATION OF NATURAL-ZONAL BOUNDARIES OF THE BOREAL ECOTONE OF THE VOLGA NIZHNI NOVGOROD

V.P. Yunina, M.V. Sidorenko
Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod, Nizhni Novgorod

Аннотация. Приведены данные анализа изменения растительного покрова на природно-зональных рубежах Нижегородского Поволжья в результате антропогенного воздействия. Для уточнения границ природных зон и подзон привлечены количественные климатические параметры. Рассмотрены особенности антропогенной трансформации зональных границ.
Ключевые слова: границы природных зон, природные территориальные комплексы, ландшафты, антропогенные изменения, Нижегородское Поволжье.

Введение

Проблемы определения пространственного положения границ природных зон и подзон и выявление исторической (антропогенной) составляющей их формирования остаются актуальными в связи с прогнозированием реакции растительности как важнейшего компонента природных территориальных комплексов (ПТК) на возможные изменения климата и различные виды антропогенного прессинга. Уточнение региональных особенностей местоположения границ также является важным аспектом данного вопроса, особенно для территорий с высокой уязвимостью и измененностью ПТК. Высокой чувствительностью к внешним, в том числе, – антропогенным, воздействиям характеризуются природно-зональные границы и ПТК бореального экотона Восточно-Европейской равнины, разделяющего бореальный и суббореальный пояса [8]. В пределы бореального экотона входит и территория Нижегородского Поволжья.

Объекты и методы

Регионом исследования является Нижегородское Поволжье (Нижегородская область), расположенная на границе подзон подтайги (хвойно-широколиственных лесов) и широколиственных лесов. На данной территории в направлении с севера на юг и юго-восток наблюдается возрастание теплоэнергетических ресурсов и уменьшение количества атмосферных осадков.

Проведен анализ антропогенного изменения растительного покрова на зональных рубежах. Для уточнения границ природных зон и подзон привлечены количественные характеристики соотношения тепла и влаги, в частности – коэффициент увлажнения Высоцкого-Иванова и радиационный индекс сухости Григорьева-Будыко, значения которых вычислены по данным метеостанций Нижегородской области. Величина радиационного баланса рассчитывалась по методике для равнинных территорий Среднего Поволжья [4]. Значениям коэффициента увлажнения и радиационного индекса сухости,

равным 1, соответствует северная граница лесостепной природной зоны, по изолинии 0,8 радиационного индекса сухости проходит граница южной тайги и подтайги [4, 6].

Обсуждение результатов

Нижегородское Поволжье делится на Правобережье и Левобережье долиной реки Оки, а ниже ее устья – Волги, по которым проводят зональные рубежи. Какие же именно природные зоны или подзоны разделяют (и разделяют ли) долины этих рек? Дискуссионность данного вопроса связана как с экотонным характером зональных границ, так и использованием растительности в качестве индикатора зональной принадлежности территории. Однако растительность, в том числе и лесная, изменена в процессе исторического освоения региона. Еще в 1935 году В.В. Алехин [7] отмечал, что даже на севере Нижегородской области в малодоступных местах возраст лесов не превышает 80-100 лет из-за рубок и частых лесных пожаров. Таким образом, некоторую долю объективности может внести использование климатических показателей, в частности, характеризующих соотношение режимов тепло- и влагообеспеченности.

Значительную часть Правобережья (в пределах Приволжской возвышенности) многие исследователи относят к зоне лесостепи [6, 7], другие же – включают в подзону широколиственных лесов лесной зоны [2, 5]. По рассчитанным нами значениям коэффициента увлажнения и радиационного индекса сухости вся территория Нижегородской области входит в пределы лесной зоны. Величины коэффициента увлажнения уменьшаются в направлении с севера на юг области от 1,48 до 1,06, индекса сухости – возрастают от 0,8 до 0,98. Таким образом, климатически обусловленный северный рубеж зоны лесостепи располагается южнее Нижегородского Поволжья.

Ф.Н. Мильков [6] северной границей лесостепной зоны считал южный предел распространения ели. Однако, в недавние прошлые массивы еловых лесов в зандровых и денудационно-зандровых ландшафтах встречались на территории республики Мордовия, то есть южнее рассматриваемого региона. Выпадение из состава лесов ели, находящейся здесь вблизи южной границы ареала, происходит в результате рубок и понижения уровня грунтовых вод на безлесных территориях.

Интенсивное агрикультурное освоение эрозионных, эрозионно-денудационных, озерно-ледниковых ландшафтов Правобережья началось с XIV-XVI вв. Лесистость Правобережья в настоящее время составляет 15-20%, уменьшаясь на юго-востоке до 4-5%. Таким образом, территория приобрела облик антропогенной лесостепи.

Однако северную полосу Правобережья, примыкающую к долинам рек Волги и Оки, некоторые исследователи [7] относят к подзоне подтайги, как и значительную часть Левобережья. При выделении природных зон (подзон) влагообеспеченных территорий важное значение имеют характеристики их теплового режима, в частности – суммы активных температур. Для подзоны

широколиственных лесов этот показатель составляет 2200-3000°, подтайги – 1800-2200°, южной тайги – менее 1800° [3, 6]. Изолиния суммы активных температур 2200 градусов, то есть климатически обусловленная граница подтайги и широколиственных лесов проходит по широте метеостанций Дальнее Константиново – Бутурлино – Курмыш. Однако, сохранившиеся в этой полосе подтайги леса коренных типов на плакорах (в эрозионных и эрозионно-денудационных ландшафтах) представлены дубравами разных типов. Хотя до активного освоения территории (до XIV в.) здесь доминировали елово-широколиственные леса [7]. Дело в том, что в Нижегородском Поволжье (как и на территории всей Восточно-Европейской равнины) к границам подзон подтайги и широколиственных лесов, а также лесной и лесостепной зон приурочена полоса гистерезиса [1]. Под гистерезисом понимается несовпадение квазиравновесных траекторий системы при прямом и обратном изменении параметров. В пределах полосы гистерезиса отмечаются специфические эффекты в реакции границ природных зон на изменение условий среды, в частности – необратимость. Если смещение границы произошло под действием внешних факторов, то она не восстанавливает своего прежнего положения при возвращении условий внешней среды в исходное состояние даже после завершения релаксационных процессов. В полосе гистерезиса фитоценотическая граница может проходить в любом месте. ПТК полосы гистерезиса являются триггерными системами и при одних и тех же геолого-геоморфологических условиях, и макроклимате могут длительно существовать в двух или нескольких относительно стабильных состояниях [1]. В подтайге могут чередоваться в пространстве ПТК с широколиственной, хвойно-широколиственной и хвойнолесной растительностью. К переходу из одного состояния в другое триггерных систем, в частности к смене фитоценозов приводят, кроме природных флуктуаций, антропогенные воздействия, причем непостоянство может быть более свойственно какому-либо одному из состояний. В северной полосе Правобережья менее стабильными растительными сообществами оказались хвойно-широколиственные леса (по сравнению с дубравами). Вырубленные ельники здесь не восстановились, поскольку доминированию дубрав способствуют высокотрофные лессовидные суглинки, густое и глубокое эрозионное расчленение рельефа, обусловившее интенсивную дренированность и пониженный уровень грунтовых вод. Это создает дефицит почвенно-грунтового увлажнения в летний период, что не благоприятно для произрастания ели. Таким образом, антропогенное изменение растительного покрова в исторический период способствовало продвижению на север Приволжской возвышенности вплоть до долины Волги широколиственных элементов, что привело к уменьшению контрастности и «размыванию» зональной границы подтайги и широколиственных лесов.

Выводы

Антропогенная деятельность в течение исторического процесса освоения территории Нижегородского Поволжья привела к трансформации не только ПТК локального ранга, но и характера природно-зональных рубежей. В

результате вырубки леса, распашки земель, изменения параметров стока произошло преобразование ландшафтно-геофизических характеристик территории, вызвавшее изменение контрастности природных зональных границ Ландшафты эрозионных и эрозионно-денудационных равнин Правобережья в подзоне широколиственных лесов приобрели облик антропогенной лесостепи, что уменьшило контрастность границ лесной и лесостепной зоны. Вырубка ельников в находящейся в полосе гистерезиса подзоне подтайги северной части Приволжской возвышенности привела к продвижению сюда широколиственных растительных элементов и размыванию границы подзон широколиственных лесов и подтайги.

Таким образом, за время исторического периода освоения территории произошло своеобразное смещение климатически обусловленных природно-зональных рубежей.

Литература

[1] *Армand А.Д., Кайданова О.В.* Ландшафтные триггеры. / Известия РАН, серия географическая, 1999, № 3. С. 22-28.
[2] *Исаченко А.Г.* Ландшафты СССР. Л. 1985. 320 с.
[3] *Исаченко А.Г.* Экологическая география России. Санкт-Петербург: Издательство С-Петербургского университета, 2001. 328 с.
[4] *Колобов Н.С.* Климат Среднего Поволжья. Казань: 1968. 253 с.
[5] *Курнаев С.Ф.* Дробное лесорастительное районирование Нечерноземного центра. М.: 1982. 118 с.
[6] *Мильков Ф.Н.* Физическая география. Учение о ландшафте и географическая зональность. Воронеж: 1986. 328 с.
[7] *Харитонычев А.Т.* Природа Нижегородского Поволжья. Горький, 1978. 175 с.
[8] Экосистемы хвойного леса на зональной границе. – Н. Новгород, 1993. 347 с.

S u m m a r y. The data of the analysis of changes in vegetation cover on the natural-zonal boundaries of the Nizhny Novgorod Volga region as a result of anthropogenic impact are presented. To Refine the boundaries of natural zones and sub-zones involved quantitative climate parameters. The features of anthropogenic transformation of zonal boundaries are considered.

CONTENT

Bogdanov S.I.
Russia is famous for teachers ……..…..…….. 9

TEACHER AND THE FUTURE

Barinova I.I.
On the results of education reform (By example of geography)…….. 10
Barkova E.V.
Philosophical and poetic dialogue between man and earth in the work of O. Suleimenov…… 14
Vampilova L.B.
The role of historical geography in the study of landscape transformation in the works of V.S. Zhekulina…….. 22
Gladkiy Yu.N.
Russian applied geography and market economy…….. 29
Golubchikov Yu.N.
Two frontier types in image promotion Americas and Russia…… 34
Grigoriev Al.A.
Geography in the mirror of literature and art……... 45
Grishaeva Y.M., Tkacheva Z.N., Mitrofanova T.L.
About the problem of eco-cultural identity of personality in digital education…….... 53
Kulikov V.F., Shelukhina O.A.
Science and practice in natural-scientific education. On the 150th anniversary of academician V.L. Komarov……. 57
Munich N., Khlebosolova O.
Persons in geography teaching: Nikolay Trofimovich Cherkunov (1844 - 1905)……... 60
Nesterov E.M., Solomin V.P.
System of geoecological science and its theoretical basis…… 65
Reteyum A.Yu.
The Earth in the Solar-Jupiterian system…….. 70
Sokolova A.A.
Educational project «Ecumene: modeling and animation»…….. 75
Sukhorukov V.D.
The principle of the non-randomness of geographic education……... 80

PHYSICAL GEOGRAPHY AND INTERDISCIPLINARY SCIENCES: DIRECTIONS AND RESEARCH TECHNIQUES

Abramov D.V., Nikiforovsky A.A.
Investigation of the surface of karst watersheds using digital elevation models……. 85
Andronache I.K.
Dynamics of forest areas in the Romanian coast of the Black sea using fractal analysis……. 90
Anokhin V.M., Egorov A.Yu., Tyurina A.A., Volkova D.V.
Experience of a regional linear analysis in groups …….. 100
Atutova Zh.V.
Successions of vegetation on fallow lands of the Tunkinskaya depression…… 107
Batrachenko E.A., Lukashova O.P.
Characteristics of soils of floodplain landscapes of the Kursk region (on the example of the Yuzhnyy district)……. 111

Bezrukih V.A., Makarova L.G.
Landscapes, geological structure and relief of Krasnoyarsk city as a basis for development……. 115
Bilichenko I.N.
Landscape structure of mining-taige geosystems of the Baikal natural territory and main factors of its violation……..……... 123
Vasiliev M.S.
Features of anomaly spectral distribution of AOD according to sun-sky photometer data (Aeronet) in Yakutsk for the period 2004-2017……... 126
Gaidukova E.V.
Zoning the criteria of stability of solutions of the hydrological model..…….. 130
Yepifanov V.A.
Ancient «hydrovulcanes» and positive option of their Influence on biosphere «anomalies»……. 135
Ziborova S.M., Grekov I.M.
Application of GIS for visualization of morphometric characteristics of the rivers of the northern Caucasus…….. 143
Kvachantiradze E.P., Terekhova S.I.
Climate change in European part of Russia under 40° eastern liabilities……. 146
Kolomiets V.L.
Relief and surface sedimentary sequences of the Salkhit tract (Khentei plateau, Eastern Mongolia)…… 151
Lazareva M.A.
Climate as a factor of soil formation in the Leningrad region…….…… 156
Lebedev I.I.
Capability of GIS for a tsunami hazard estimation of a coast on base of a paleodata (using the example of Triozerye bay and Valentin bay (Japan sea))……... 161
Makarov S.A., Blozertseva I.A., Vlasova N.V., Vorobyeva I.B., Gagarinova O.V., Opekunova M.Yu.
Modern condition of the mouths of the southern and southwestern coast of lake Baikal…….. 165
Makunina G.S.
Relic cryogenic formations in the modern soil cover within the forest, forest-steppe and steppe zones outside the present-day permafrost area…….. 170
Maslikova O.Ya., Debolsky V.K., Gritsuk I.I., Dolgopolova E.N., Ionov D.N.
The dependence of destructive processes in the riverbed, including in the turn, from the number of Reynolds……..…… 174
Mikhnevich G.S., Loseva V.M.
Change of hydrometeorological conditions of the southeastern Baltic in 1975-2017. 179
Pesochina L.S.
Archaeological soil science: formation, problems and prospects of the development….. 183
Ryashchenko T.G., Ryzhov Yu.V., Ukhova N.N., Shtel'makh S.I., Makarov S.A., Opekunova M.Yu.
«Analytical cluster» in the study of ravine erosion……. 188
Smirnov L.V., Ryzhov V.A., Grishkanich A.S.
Studying of the volve-water atmosphere in the IR panel for the installation of the passing factor with the help of LIDAR ping…… 192
Tolkacheva V.F., Kosheleva E.A., Demidionov M.Yu.
Use of geo-information systems for creating interactive cartographic services…….. 197
Trofimetz L.N., Chaadaeva N.N., Petelko A.I.
Sediment delivery from plowed slopes to hollows and beams in the upper Oka basin……. 200

Frumin G.T., Markina L.A.
Dynamics of fish population diversity in lake Vozhe…….. 205
Chernov A.V.
Relief of central Sahara and its dynamics……... 208
Shevchenko V.P., Starodymova D.P., Belorukov S.K., Boev A.G., Korobov V.B., Lokhov A.S., Yakovlev A.E.
Dispersed sedimentary in snow cover of Primorsky district of Arkhangelsk region at the end of winter…….. 213
Shengelia L.D., Kordzakhia G.I., Tvauri G.A., Dzadzamia M.S.
Impact of the current climate change on the large glaciers of Georgia…… 218

POLAR EXPLORATION AND THE DEVELOPMENT OF THE ARCTIC

Alaguzova N.A.
Engineering geomorphological research in the design and constraction of linear and area facilities in the territory of Sabetta……... 227
Volgin A.V., Volgin D.A., Andreev K.V., Shilnov A.A.
Arctic zone of Russia. Regional levels of socio-economic development…… 233
Golikova A.A., Kondratov N.A.
The prospects of use of alternative energy sources in arctic zone Russian Federation…… 241
Evseev A.V., Krasovskaya T.M.
Potential nature management conflicts in the course of Northern-Yakutskaya zone development in the Russian arctic……... 245
Zhukovina M.G.
Open issues of the North reclamation…….…… 250
Kondratov N.A.
Creation of system of state administration development of the arctic zone of Russia in XX-XXI centuries…… 254
Rzhavskaya I.R.
The Arctic environmental problems: changes of climate and sea ice coverage……... 259
Sidorchuk A.Yu.
Probability of destruction of the infrastructure of the Novoport field on the Yamal by gully erosion…… 264
Ushakova V.L.
Current trends of demographic development of the North of the Far East…….. 268

STUDIES OF MEROMICTIC LAKES OF RUSSIA

Vasilenko A.N., Efimov V.A., Sazonov A.A., Frolova N.L.
New hydrological data on meromictic lake Mogilnoe (Kildin is., Barets sea)…… 273
Vakhrameeva E.A.
The granulometric composition of the bottom sediments of the meromictic lakes…. 278
Gorbunov M.Yu., Umanskaya M.V.
Karst meromictic lakes of the forest zone of the middle Volga basin…….. 282
Gorin S.L., Popryadukhin A.A., Koval M.V.
Meromictic lakes at the Kamchatka peninsula coast…… 286
Demidenko N.A., Savvichev A.S., Voronov D.A., Krasnova E.D.
Hydrological regime and ecological conditions of the meromictic reservoirs of the Kanda bay separated by a barrage from the White sea…….. 292
Jelali P.A., Gagarin A.V., Strelkov P.P.
Isolation of invertebrate and fish in sea lakes…….. 298

Emelyancev P.S., Zhiltsova A.A., Krasnova E.D., Voronov D.A., Patsaeva S.V.
Measurement of bacteriochlorophyll concentration by absorption spectra in water samples from meromictic water reservoirs separated from the White sea……..... 303
Zhiltsova A.A., Voronov D.A., Krasnova E.D., Vakhrameeva E.A., Kokryatskaya N.M., Losuyk G.N., Emelyancev P.S., Kharitonov D.A., Patsaeva S.V.
Thin structure of bacterial plate according to the optical measurements in Trekhtzvetnoe lake in march 2019……... 308
Zhiltsova A.A., Voronov D.A., Kokryatskaya N.M., Krasnova E.D., Losuyk G.N., Patsaeva S.V.
The study of meromictic lakes (Kandalaksha bay of the White sea) using bacterichlorophyll fluorescence……... 313
Ivanova A.V.
The problem of extraordinary sex ratio in the populations of meromictic water's animals (on the example of mytilus)…… 318
Kokryatskaya N.M., Chupakov A.V., Titova K.V.
System of meromictic lakes of the river Light (The Belomoro-Cool plat)…….. 324
Krasnova E.D., Voronov D.A., Patsaeva S.V., Frolova N.L.
Живые реликты: прибрежные озёра, отделяющиеся от Белого моря…….. 329
Losyuk G.N., Krasnova E.D., Kokryatskaya N.M., Voronov D.A.
Main hydrological parameters of the Bolshye Khruslomeny lake (Kandalaksha bay of the White sea)……. 334
Repkina T.Yu., Kublitskiy Y.A., Leontev P.A., Zaretskaya N.E., Belichenko A.E., Romanenko F.A., Shilova O.S., Peretruchina A.O., Sherbakov D.A., Yakovleva A.P.
Lakes of Letniy (summer) coast of the White sea: mechanisms and chronology of isolation. Preliminary data……... 337
Strelkov P.P.
Islands othe ocean. Mogilnoe and other marine lakes…… 342
Shilova O.S.
Distribution of diatoms in surface sediments of Elovoye lake, meromictic lake on the Karelian coast of White sea……... 345

MODERN PROBLEMS OF THEORETICAL AND APPLIED LYNOLOGY

Baranova A.R., Kagukina S.A., Reshin N.A., Timofeeva L.A.
Estimation of Ladoga lake transparency with the use of Landsat-8 images…… 349
Belyakov V.P., Bazhora A.I., Semyonov A.V.
Influence of populations of large bivalvia on the composition, structure and functional characteristics of Krasnoie lake litoral zoobenthos…… 354
Gorodnichev R.M., Pestryakova L.A., Ushnitskaya L.A., Levina S.N., Davydova P.V., Perepelitsa I.M.
Water quality of lake ecosystems in the north of Yakutia (results of diatom analysis)……... 358
Dudakova D.S., Petukhova M.D., Mukhin I.A.
Features of the spatial microdistribution of meiobenthic oranisms in the sandy littoral of the southern area of lake Ladoga……... 363
Yermolaeva N.I., Fetter G.V.
Factorial ecology of zooplankton in limnic systems of the South of Western Siberia. 368
Iofina I.V.
Assesment of the aquatic fungi of Ladoga lake due to the impact of natural and antropogenic factors……. 372
Levina S.N., Fedulova M.I., Nigmatullin N.M., Davydova P.V., Gorodnichev R.M., Pestryakova L.A.
Hydrochemical parameters of water and the taxonomic composition of diatoms of

polygonal ponds of monitoring site Kytalyk (Indigirka river basin)…….. 377
Peretrukhina A.O., Repkina T.Y., Leontiev P.A., Kublitskiy Y.A., Zaretskaya N.E., Subetto D.A., Kuznetsov D.D., Shilova O.S., Demidionov M.Y., Scherbakov D.A., Tumskaya V.V.
First results of bottom sediment researches of Murakanskoye and Maloe Murakanskoye lakes, Onega peninsula, White sea…… 381
Petrova T.N.
Distribution of phosphorus in lake Ladoga water according to the results of long-term monitoring……. 386
Rodionova N.V.
Seasonal changes of zooplankton in ponds of Mikhailovski garden in conditinos of influence of ultrasound…… 391
Snytko V.A., Semenov M.Yu., Semenov Yu.M.
Metal's content in the surface water of the Southern Baikal region as a result landscape and geological …… 395
Shakhverdov V.A., Shakhverdova M.V.
Peculiarities of carbon isotopic composition of gas hydrates of lake Baikal…….. 399

EVOLUTIONARY AND HISTORICAL GEOGRAPHY, RHYTHMICS OF PROCESSES AND PHENOMENA

Belobrov V.A.
Experience of reconstruction of the routes of the medieval novgorod roads with the aim of identifying sizes of verst which have been used on the territory of the republic of Novgorod in the XVI-XVII centuries…… 403
Borisova O.K., Panin A.V.
Short-term climate oscillations in the mountain regions of southern Siberia in the late holocene…… 407
Bykov N.I.
Features of forest use by Altai nomads in ancient and medieval times…… 412
Vdovina I.A.
Geographic space on the world map: history of civilization…… 416
Voronova T.S.
The analysis of peculiarities of the population distribution in Moscow in the early nineteenth – early XX centuries…….. 421
Herzen A.A., Kostovska S.K., Nesterova T.P., Paskari E.G.
Eco-geographical and historic-geographical study of the modern structure of landscapes (examples of the central and eastern regions of Europe)……... 425
Glebova A.B., Sergeev I.S., Chistyakov K.V.
The landscape-archaeological research in the mid- channel the river Eragtyngol (north-west Mongolia)……. 430
Grekov I.M., Kublitsky U.A., Syrykh L.S., Subetto D.A., Leontev P.A., Sokolova N.V., Brylkin V.V., Orlov A.V., Panov I.V., Novik A.A., Zernitskaya V.P., Vlasov B.P., Syhovilo N.U., Napreenko-Dorokhova T.V., Kuznetsov D.D.
Preliminary results of natural conditions changes in the south periphery Valdai in late pleistocene and holocene……. 435
Gubin V.N., Arkhipenko T.V.
The role of playostocene glaciations in the formation of oil reserves in the territory of the west of Russian plate……. 439
Diakonov K.N., Retejum A.Ju.
179-year cycles in the north of Western Siberia…….. 444
Yepifanov V.A.
Space cycles is the metronome evolution of the Earth …… 448

Zhavoronkova D.Yu., Zhavoronkov Yu.M.
Historical geography of the military trip of the great prince Vasily ii and prince Ivan III to the north-east of Russia in winter 1452 recorded in Russian chronicles……... 455
Lazareva N.N.
Landscape dynamics in south-eastern Baltic region under the influence of natural and anthropogenic factors…… 459
Marsadolov L.S., Paranina A.N.
About the need to study color stones on archaeological monuments heritage……. 464
Pesochina L.S.
The rhythmical dynamics of pedogenic processes in the southern steppe zone of the Russian plain during the second half of the holocene…….. 471
Potakhin M.S., Belkina N.A.
Features of depressions genesis and sediments structure of Karelian lakes……. 476
Ryzhov Y.V., Golubtsov V.A., Opekunova M.Y.
The rhythm of sedimentation and soil formation in the basin of the river Kuitenki (western Transbaikalia) in the late glacial and holocene……. 482
Ryzhov Y.V., Opekunova M.Y., Makarov S.A., Ryaschenko T.G., Ukhova N.N., Shtel'makh S.I., Ovchinnikov I.Y.
The development of erosion-accumulation processes in gully systems of the Western Transbaikalia in the late glacial and holocene……... 487
Sevastyanov D.V., Sapelko T.V., Naumenko M.A., Boynagryan V.R.
High-mountain lakes as indicators of the rhythmics of natural processes……... 491
Sobisevich A.V.
Landscape research of A.A. Borzov in the area of the upper Volga…… 497
Tikhonenko A.P.
Methods of bone tissue treatment for radio carbon dating: advantages and disadvantages……... 501
Turkovskii P.S., Murzina A.V., Makarov D.K., Remizova S.T.
Preliminary data of micropaleontological analysis of Besovskoye bog bottom sediments…….. 504
Kharitonov A.M.
Geographical image of ancient Rus in the traditions of western and eastern geographic science……... 509
Chebotareva V.A.
Late glacial sediments in the section of a low terrace on the southwest coast of lake Onega……... 514
Chemezov V.E.
Experience in comparing maps of Gerard Mercator with a modern map of northeastern Russia…….. 518
Shatalova A.E., Kublitsky U.A., Subetto D.A., Rosentau A., Ludikova A.V., Sokolova N.V., Syrykh L.S.
Study of holocene sea-level changes of the Baltic sea on the territory of the Karelian isthmus…….. 524
Shishkina D.Yu.
Landscape-ecological factors of settlement in the Don - Azov region in the XVI-XIX centuries……. 528
Erman N.M., Nizovtsev V.A.
Initial stages of socio-natural history of the upper Volga basin……... 533
Yunina V.P., Sidorenko M.V.
The role of historical factors in the formation of natural-zonal boundaries of the boreal ecotone of the Volga Nizhni Novgorod…… 538

География: развитие науки и образования
Том I

Коллективная монография
по материалам ежегодной Всероссийской с международным участием научно-практической конференции LXXII Герценовские чтения, 18-21 апреля 2019 года, посвященной 150-летию со дня рождения В.Л. Комарова, 135-летию со дня рождения П.В. Гуревича, 90-летию со дня рождения В.С. Жекулина

Подготовка оригинал-макета и редактирование –
А.Н. Паранина

Дизайн обложки – И.М. Греков

Печатается с оригинал-макета, предоставленного авторами

Подписано в печать 10.04.2019. Формат 60 × 84 $^{1}/_{8}$
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 34,2. Тираж 500 экз. Заказ № 139ц

Типография РГПУ им. А.И. Герцена, 191186, Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 48