**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский государственный университет»**

*Кафедра биогеоценологии и охраны природы ПГУ*

# АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

**Материалы Международной конференции**
(18 – 21 октября 2010 г.)

**ТОМ 1**

**В 2 частях**

**Часть 1**

Пермь 2010

УДК 504.05:574
ББК 20.18
А 724

А 724 **Антропогенная** трансформация природной среды: материалы междунар. конф. (18 – 21 октября 2010 г.) / Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010. – Т.1., Ч.1. – 438 с.: ил.

ISBN 978-5-7944-1515-5

Сборник содержит материалы международной конференции «Антропогенная трансформация природной среды», проведенной на кафедре биогеоценологии и охраны природы Пермского государственного университета. В издании содержатся результаты современных исследований в области антропогенной трансформации экосистем и отдельных и их компонентов.

Предназначен для экологов, природопользователей, географов, биологов, специалистов в области охраны природы, преподавателей высшей школы, аспирантов и студентов географических, биологических и геологических направлений.

Издание осуществлено при поддержке РФФИ, грант №10-05-06096

**УДК 504.05:574**
**ББК 20.18**

Печатается по решению оргкомитета международной конференции «Антропогенная трансформация природной среды»

Научный редактор ***проф. С.А. Бузмаков***

Ответственный редактор ***доц., к.г.н. С.А. Кулакова***

ISBN 978-5-7944-1515-5 (Ч.1)

ISBN 978-5-7944-1504-9

© Пермский государственный университет, 2010

## СОСТАВ ОРГАНИЗАЦИОННОГО КОМИТЕТА

**Председатель оргкомитета**

БУЗМАКОВ С.А. – зав. кафедрой биогеоценологии и охраны природы ПГУ, профессор;

**Почетный председатель оргкомитета**

ВОРОНОВ Г.А. – профессор кафедры биогеоценологии и охраны природы ПГУ, д.г.н., к.б.н.

**Сопредседатели оргкомитета:**

АЛЕКСЕЕНКО В.А. – директор научно-исследовательского института геохимии биосферы Южного федерального университета, профессор;

РАЗУМОВСКИЙ В.М. – зав. кафедрой региональной экономики и природопользования Санкт-Петербургского государственного университета экономики и финансов, д.г.н., профессор;

ЛИСТЕ Х.-Х. – Институт им. Юлиуса Кюна, федеральный институт изучения полезных растений (Германия) (JKI), д.н.

КЁЛЛЕР Ш. – управляющий делами института сельскохозяйственных и городских экологических проектов при университете им. Гумбольдтов (Германия) (IASP), д. н.

АРТАМОНОВА В.С. – ведущий научный сотрудник института почвоведения и агрохимии СО РАН, д.б.н.

**Координатор конференции:**

КУЛАКОВА С.А. – доцент кафедры биогеоценологии и охраны природы, к.г.н.

**Члены оргкомитета:**

БАЛАНДИН С.В. – доцент кафедры биогеоценологии и охраны природы;

БАШИН Г.П. – доцент кафедры биогеоценологии и охраны природы;

БОРОННИКОВА Е.А. – ассистент кафедры биогеоценологии и охраны природы;

ГАТИНА Е.Л. – ассистент кафедры биогеоценологии и охраны природы;

ЗАЙЦЕВ А.А. – ассистент кафедры биогеоценологии и охраны природы;

КОСТАРЕВ С.М. – начальник отдела мониторинга и проектирования экологической безопасности

ООО «ПермНИПИнефть»;

САННИКОВ П.Ю. – ассистент кафедры биогеоценологии и охраны природы;

СЛАЩЕВ Д.Н. – старший преподаватель кафедры биогеоценологии и охраны природы;

СРЕТЕНСКИЙ В.А. – доцент кафедры биогеоценологии и охраны природы;

СТЕННО С.П. – доцент кафедры биогеоценологии и охраны природы;

УШАКОВА Е.Н. – ассистент кафедры биогеоценологии и охраны природы;

**Старший технический секретарь:**

АБДУЛМАНОВА И.Ф. – лаборант лаборатории эколого-геоинформационных систем ПГУ;

**Технические секретари:**

АНДРЕЕВ Д.Н. – инженер лаборатории эколого-геоинформационных систем ПГУ;

БАБУРИНА Л.А. – инженер кафедры биогеоценологии и охраны природы;

БЕССОНОВА Д.Д. – инженер кафедры биогеоценологии и охраны природы;

КОТКИНА А.В. – лаборант кафедры биогеоценологии и охраны природы.

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ……..……. 9

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ…… 12

***Бузмаков С.А.*** Концепция антропогенной трансформации экосистем для решения задач по восстановлению и сохранению природной среды…… 12

***Алексеенко В.А.*** Эколого-геохимические аспекты антропогенной трансформации природной среды (теория и практика)…….. 20

***Артамонова В.С.*** Техногенное засоление почв и проблемы их биогенности……. 34

***Воронов Г.А.*** Видовое разнообразие позвоночных животных Пермского края …… 41

***Ильминских Н.Г.*** Динамика фитобиоразнообразия урбанизированных ландшафтов (хронологический, пространственный, экотопологический аспекты)……... 60

***Овеснов С.А., Ефимик Е.Г.*** Современное состояние биоразнообразия растений в Пермском крае и его динамика под воздействием антропогенных факторов ……..... 76

***Тараканов И.Г.*** Экологическая физиология растений как теоретическая основа средоулучшающих фитотехнологий…….. 81

***Liste, H.-H.*** RHIZOSPHERE BACTERIA COMMUNITY AND PETROL HYDROCARBON (PHC) BIODEGRADATION IN SOIL PLANTED TO FIELD CROPS……. 89

АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОСИСТЕМ…….. 101

***Абдуллаев И.Х.*** Влияние строительства и функционирование крупных горных водохранилищ на ландшафты и устойчивость экосистем…….. 101

***Азарёнок Т.Н., Цытрон Г.С., Шибут Л.И.*** Пространственно-временная трансформация почвенного покрова пахотных земель Белорусского Полесья……. 106

***Артамонова В.С., Булгакова В.В., Худяев С.А.*** Микробиологическая характеристика редких почв в горах Алтая… 113

***Артемьева А.А.*** Влияние нефтедобывающей промышленности на медико-экологическую обстановку в Удмуртии…….. 121

***Аулова А.В.*** К вопросу об антропогенных изменениях флоры юго-западной части Предкавказья……. 126

***Афонина Е.Ю.*** Развитие зоопланктона в экстремальных экологических условиях среды (на примере Харанорского водохранилища-охладителя)…….. 133

***Бактыбаева З.Б., Губайдуллин И.Т., Суюндуков Я.Т.*** Накопление тяжелых металлов макрофитами р. Таналык (Республика Башкортостан)…… 139
***Баранова Е.В., Илюшкина Л.Н., Полякова А.В.*** Изменение ферментативной активности почв в условиях города…… 144
***Баскакова Е.А., Савватеева О.А.*** Устойчивость хвойных пород деревьев в условиях антропогенного воздействия…….. 149
***Бокова Т.И.*** Детоксикация антропогенных загрязнителей в системе растение (корм) – животное……. 153
***Буторин А.А., Кладовщикова М.Е.*** Российские территории всемирного природного наследия – важный инструмент формирования экологического сознания и экологической культуры…… 159
***Виноградова С.А.*** Антропогенная трансформация геологической среды «Камской долины»…… 166
***Влацкий В.В.*** Моделирование речного стока с использованием параллельного программирования……. 171
***Волков И.А.*** Берег приледникового озера в Академгородке г. Новосибирска (краткое сообщение)……... 177
***Гаврицкова Н.Н., Гордеева Т.Х.*** Связь биоразнообразия и структуры ксилотрофных макромицетов с параметрами деградации фитоценозов……... 180
***Гагарская (Игнатова) Н.К., Чернова Е.Н.*** Трансформация компонентов техногенной экосистемы (древесной растительности и мелких млекопитающих) в связи с уменьшением аэрального потока тяжелых металлов……. 186
***Гаев А.Я., Гацков В.Г., Панкратьев П.В., Алферов И.Н., Балабанова Ю.М., Пампушка А.М., Рахимов А.И.*** К оценке экологического состояния нефтегазоносных районов……. 193
***Гаев А.Я., Килин Ю.А., Балабанова Ю.М., Алферов И.Н., Коземчук М.П.*** О применении дистанционных методов при геоэкологических исследованиях…… 202
***Головина Е.Ю.*** Накопление некоторых антиоксидантов в листьях чины приморской и колосняка песчаного Куршской и Балтийской кос…….. 210
***Горяинова И.Н., Леонова Н.Б., Феодоритов В.М.*** Особенности восстановления лесов на вырубках и брошенных сельскохозяйственных землях средней тайги европейской России… 218
***Горлачева Е.П., Афонин А.В*** Оценка воздействия строительства мостовых переходов на ихтиофауну водотоков Забайкальского края 226

***Гуков А.Ю., Арсентьева И.С., Карлова М.В.*** Влияние грунтовых дорог на природные комплексы тундры……..……. 233
***Двуреченский В.Г.*** Использование физико-химических методов для генетической диагностики процессов почвообразования в эмбриоземах техногенных ландшафтов лесостепной зоны Кузбасса. 240
***Демиденко С.А.*** Встречаемость пороков в производных березовых насаждениях Архангельской области……. 248
***Демидов А.Л., Кульбеда Н.А., Чубис Ю.Н.*** Загрязнение почвенного покрова в условиях сельскохозяйственого использования (по материалам оценочных исследований состояния природной среды территорий планируемой хозяйственной деятельности)……. 253
***Джугарян О.А.*** Накопление микроэлементов в древесных растениях в зоне действия цементных заводов Армении……. 258
***Донских В.А.*** Биогеохимические особенности камовых ландшафтов Ленинградской и Псковской областей ……. 263
***Дубинский А.Ю., Попель С.И.*** Модель падающей заряженной пылевой частицы в мезосфере как центра конденсации водяных паров……... 270
***Дубовской А.Н., Перник Л.М., Попель С.И.*** Распределение нано- и микромасштабных частиц в атмосферных коричневых облаках……. 276
***Дягилева А.Г.*** Изменение степени устойчивости мерзлотных почв при антропогенном воздействии……. 282
***Жуйкова В.А., Жуйкова Т.В., Мелинг Э.В.*** Изменение надземной фитомассы луговых сообществ при сочетанном действии химического загрязнения и погодно-климатических факторов…….. 287
***Жуйкова Т.В.*** Флуктуирующая асимметрия: реакция на химическое загрязнение при изменяющихся погодно-климатических факторах... 293
***Завьялова Л.Г., Максимовских С.Ю.*** Исследования лишайников санитарно-защитной зоны объекта уничтожения химического оружия Щучанского района Курганской области……. 299
***Зимовец А.А.*** Некоторые особенности распределения тяжелых металлов в почвах севера европейской территории России (на примере почв Архангельской области)…….. 303
***Ибрагимова А.Х.*** Данные по загрязнению атмосферы Республики Башкортостан…… 309
***Иващенко Н.Г, Алексеенко А.В.*** Эколого-геохимические особенности трансформации почв некоторых селитебных ландшафтов Краснодарского края под влиянием городского транспорта…… 315

***Извекова Ю.Н., Попель С.И.*** Вихревые процессы с участием мелкодисперсных частиц в атмосфере земли и их экологические проявления…… 321
***Ильин В.Н., Никонорова И.В.*** Антропогенизация ландшафтов Чувашии……. 328
***Казьмин С.П***. Гидротермический баланс земной поверхности и сток в Западной Сибири……... 337
***Казьмин С.П., Волков И.А.*** Увлажнение семиаридной зоны Западной Сибири времени малой ледниковой эпохи…… 344
***Карапетян Л.А., Джугарян О.А., Варданян З.С., Унанян С.А.*** Экологическая оценка содержания тяжелых металлов в почвах техногенных территорий Лорийской области……... 351
***Керимова Э.Д.*** Современное антропогенное воздействие на геосистемы грязевых вулканов и окружающих территорий…… 359
***Кирсанов А.Д., Орлова Е.Е., Иванова А.В.*** Изменение биологической активности дерново-подзолистой почвы при повторном загрязнении нефтью…….. 364
***Киселева В.В.*** Влияние прошлого антропогенного воздействия на современный облик ландшафтов национального парка «Лосиный остров»……... 367
***Колбин В.А.*** Влияние лесных пожаров на сообщества птиц (на примере Вишерского, Комсомольского и Норского заповедников) 374
***Коняев И.С., Прокопенко И.В., Сулиманкина М.Г.*** Миграции тяжелых металлов в зависимости от элементов рельефа…….. 381
***Коробова Л.Н., Карпова А.Д.*** Трансформация микробного сообщества солонцов при длительном действии гипса и фитомелиоративных севооборотов……. 386
***Костарев С.М.*** Гидрогеохимический мониторинг в районах нефтедобычи: методология и результаты исследований…….. 392
***Королева Т.В., Кречетов П.П., Неронов В.В., Черницова О.В.*** Оценка состояния экосистем районов падения отделяющихся частей ракет-носителей…… 398
***Ксенофонтова М.И., Пестрякова Л.А., Ушницкая Л.А., Соколова В.А., Трофимова Л.Н.*** Интегральная оценка качества вод водохранилищ Нюрбинского горно-обогатительного комбината….. 405
***Кулик Е.Н., Радомская В.И.*** Оценка экологического состояния бурой лесной почвы при антропогенном воздействии……. 412
АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ……. 435

# ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящее время в Пермском государственном университете осуществляется Программа развития в качестве национального исследовательского университета «Рациональное природопользование: технологии прогнозирования и управления природными и социально-экономическими системами». На кафедре биогеоценологии и охраны природы в течение длительного периода времени разрабатываются методы изучения антропогенной трансформации экосистем; исследуются проблемы экологического равновесия и устойчивости экосистем, биологического и ландшафтного разнообразия; выявляются закономерности функционирования техногенных экосистем. Надеюсь, что наша конференция внесет свои предложения для создания системы подготовки кадров, генерации новых знаний, инновационной деятельности по реализации данного приоритетного направления развития науки и технологий.

В октябре 2006г., уже проводилась международная научно–практическая конференция «Антропогенная динамика природной среды». Программа конференции содержала 179 докладов, авторами которых выступили 275 специалистов из университетов и научно–исследовательских центров Российской Федерации, стран ближнего зарубежья (Казахстана, Узбекистана, Азербайджана, Армении, Белоруссии) и некоторых стран Европейского Союза (Германии, Финляндии). Сейчас пришло время проследить динамику развития гипотез, теорий, оценить новые результаты наблюдений и экспериментов по антропогенной трансформации. Для этого 367 участниками подготовлено 250 докладов. Увеличилась и стала более разнообразной доля зарубежных исследователей, Евразия представлена от Японии до Германии.

С 2009г. кафедра биогеоценологии и охраны природы проводит международный семинар молодых ученых «Научные чтения памяти Н.Ф. Реймерса и Ф.Р. Штильмарка». Необходимо отметить, что развитие теории и практики по сохранению, восстановлению, использованию экосистем не представляется без имен Н.Ф. Реймерса и Ф.Р. Штильмарка. В их совместных трудах заложены фундаментальные основы для развития системы ООПТ нашей страны, ими разработаны представления о ресурсном, экономическом, социальном значении сохранения экологических экосистем,

определены стратегические цели и задачи природоохранной деятельности.

Идеи, предложенные Н.Ф. Реймерсом и Ф.Р. Штильмарком, развивались на кафедре биогеоценологии и охраны природы Пермского госуниверситета под руководством Г.А.Воронова в рамках изучения и теоретического обобщения антропогенной динамики природной среды. На практике это выразилось в создании первых заповедников на территории Пермского края ─ «Басеги», «Вишерский». Одновременно обосновывалась и создавалась региональная система особо охраняемых природных территорий.

Изучение влияния деятельности человека на природную среду – неотъемлемый элемент современной биогеографии, геоэкологии, природопользования и прикладной экологии. Применение методов, основанных на географических, геологических и геохимических подходах, позволило расширить и углубить представления о трансформации природной среды. К сожалению, связь с классическими представлениями экологии часто весьма относительна, она заключается главным образом в механическом переносе терминов из одной области научных знаний в другую. Соединение подходов природопользования, экологии и биогеографии, дает возможность получить новые представления, как о пространственно-временных, так и о структурно-функциональных закономерностях существования преобразованных экосистем.

Инновации в практике на основе экологических технологий, их использование для восстановления, сохранения природных ресурсов и природной среды формируют устойчивое природопользование. Кроме того, стоят проблемы экологизации новых и «старых» технологий, все они должны отвечать принципам энергосбережения, замкнутости круговорота веществ, сохранения ландшафтного и биологического разнообразия, способствовать снижению антропогенной нагрузки на климатическую систему биосферы.

В очередной раз проводим конференцию и хочется надеяться, что будут получены результаты, способствующие устойчивому развитию наших творческих коллективов, организаций и окружающей их среды и, конечно, охраны природы.

*Благодарности:*

*Конференция состоялась при финансовой поддержке РФФИ, грант №10-05-0696; Министерства промышленности, инноваций и*

*науки Пермского края. Без этой помощи сейчас трудно представить, как мы смогли бы провести мероприятие.*

*Значительный вклад в успешную подготовку и проведение конференции внесло управление по экологии и природопользованию администрации г. Перми, его руководитель Антонина Александровна Галанова.*

*Приношу благодарность Галине Викторовне Запольских за ее личные заслуги в обеспечении аудиторными помещениями*

*Отдельная благодарность декану географического факультета А.И. Зырянову за всеобъемлющую моральную поддержку оргкомитета и его председателя.*

С.А. Бузмаков

УДК 502.3

# КОНЦЕПЦИЯ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОСИСТЕМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ И СОХРАНЕНИЮ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

С.А. Бузмаков
Пермский государственный университет,
г.Пермь, ул.Букирева,15

Обобщаются результаты полевых обследований территории: нефтяных месторождений, природного наследия, города; экспериментов по моделированию антропогенного воздействия на растения, микроорганизмы. Предлагаются теоретические представления позволяющие выполнять оценку и прогноз состояния экосистем. Разработаны направления деятельности по охране природы. Рекомендуется создание природного парка в Пермском крае.

Ключевые слова: антропогенная трансформация экосистем, фаза трансформации, биогеоценоз, природный парк.

Антропогенная трансформация природной среды – процесс изменения природных компонентов и комплексов под воздействием производственной и любой другой деятельности людей. Преобразование экосистем вызывается совокупностью экологических и биогеохимических процессов, связанных с различной деятельностью людей, направленной на перемещение, извлечение из окружающей среды, концентрирование и перегруппировку минеральных и органических соединений, сопровождается изменением природных компонентов, приводит к нарушению метаболизма, функционирования и структуры исходных экосистем, вплоть до перехода их в результате смен состояний (фаз) из ряда биогенных в абиогенные.

Трансформация экосистемы состоит в изменении во времени и пространстве биотопа, биотических компонентов и биоценотических процессов. Если изменения вызываются в основном внутренними взаимодействиями, то происходит так называемая эндогенная трансформация (восстановление). Если изменения регулярно определяются внешними силами среды на входе, то такие изменения называются экзогенными (деградация)

Проведенные полевые и экспериментальные исследования позволили определить структурно-функциональные и ландшафтно-биогеографические закономерности антропогенной трансформации наземных экосистем региона

© С.А. Бузмаков, 2010

Воздействие антропогенных факторов обуславливает смену состояний наземных экосистем деградационного и восстановительного направления, зонального и азонального характера.

Свойства биотопа с увеличением воздействия изменяются от зональной нормы к экстремальным (азональным) параметрам. Трансформация экосистемы происходит по зональному ряду (относительно обратимое состояние) и азональному (необратимое состояние), при этом вероятность перехода в азональный тренд восстановления возрастает с величиной техногенного фактора.

С увеличением антропогенной нагрузки, определяющей соответствующие изменения биотопа, биотический компонент последовательно достигает состояния минимального оптимума, равновесного оптимума, максимального оптимума, пессимального состояния и репрессии. В табл.1 предложена общая схема возможных состояний экосистем.

Таблица 1

**Классификация антропогенной трансформации экосистем**

| Тип экосистемы | ФАЗА ТРАНСФОРМАЦИИ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Минимальный оптимум | Равновесный оптимум | Максимальный оптимум | Пессимум | Рецессия |
| Автотрофная | | | | | |
| Гетеротрофная | | | | | |
| Сапротрофная | | | | | |

Антропогенные факторы изменяют состояние биотопа и биотических компонентов в результате формируются упрощенные автотрофные, гетеротрофные и сапротрофные экосистемы.

Особенности антропогенной трансформации определяются ландшафтно-биогеографическим рядом: средняя тайга - южная тайга - широколиственно-хвойные леса - Кунгурская лесостепь.

Возможность перехода в азональный тренд восстановления под влиянием процессов эфтрофикации уменьшается. Возможность образования канцерогенных веществ в биотопе под влиянием поступления органики увеличивается.

Вероятность формирования азональных биотопов под влиянием механического воздействия уменьшается.

Толерантность биоты к антропогенному воздействию увеличивается.

Антропогенная трансформация биогеоценозов изучена на территории нефтяных месторождений, города и на особо охраняемых природных территориях (ООПТ).

Исследования техногенных потоков веществ, состояния атмосферного воздуха, водных объектов, почвенного покрова, растительности и животного и микробного населения на территории эксплуатируемых месторождений нефти позволяют выделить основные природно-техногенные экосистемы (ПТЭ).

Рассмотрение вопросов формирования и функционирования ПТЭ предполагает определение внешних движущих сил, направления потоков вещества, изменения биотопов, ответных реакций биотических компонентов, влияние трансформированных экосистем на окружающую их природную среду.

Природно-техногенные экосистемы, их формирование определяются потоками техногенных веществ, возникающих при эксплуатации месторождения нефти и особенностями их миграции, аккумуляции и разрушения в конкретных биотопах.

Движущей силой формирующей ПТЭ являются техногенные факторы. Они могут быть классифицированы по причинам появления на предусмотренные технологией добычи природного ресурса, обусловленные технологией, аварийные.

Обусловленные современной технологией, постоянно присутствуют при эксплуатации утечки техногенной жидкости с площадок нефтепромысловых объектов (кусты скважин, ДНС, УППН), поступление с поверхностным и грунтовым стоком в природные водотоки, загрязнение подземных вод вследствие не герметичности скважин и не герметичности в целом процесса добычи нефти и последующее поступление в наземные водотоки и экосистемы.

Предусмотрены современной технологией и учитываются при размещении нефтепромыслов поступление в атмосферный воздух выбросов вредных веществ и механическое воздействие при планировке территорий нефтепромысловых объектов, а также наличие пищевых отходов.

Аварийные отказы герметичности трубопроводов (нефтяных и водных) приводят к поступлению нефтесодержащей и солесодержащей жидкости в наземные экосистемы, загрязнению поверхностных, почвенных и грунтовых вод.

Первичные техногенные потоки могут быть гомогенные (нефтяные и соленые воды) или гетерогенные (нефте-, соле-содержащие водами). Поступление их в окружающие наземные

экосистемы приводит к взаимодействию природных и техногенных потоков вещества в грунтах, почвах и поверхностных водах.

Нефть и нефтепродукты способны аккумулироваться в отрицательных формах рельефа как естественного, так и техногенного происхождения. Разрушение нефтепродуктов сопровождается образованием 3,4-бензпирена. Соли, как правило, в условиях промывного режима в Пермской области, мигрируют преимущественно в водных потоках, их длительное высокое содержание возможно лишь при постоянном поступлении в почвенный покров вместе с водой. Поэтому на выходе из наземных ПТЭ, как правило, определяется значительное количество солей в водотоках. Атмосферное загрязнение также и еще лучше рассеивается в воздушной среде.

В результате поступления, миграции, аккумуляции и разрушения техногенных соединений, их взаимодействия с биотопом и биотой формируются ПТЭ. В типологии выделяется до 11 их видов по основным техногенным факторам, состоянию биотопа и биотических компонентов.

В зависимости от доступности для организмов органического вещества формируются гетеротрофные или сапротрофные экосистемы. При полном его отсутствии формируются автотрофные упрощенные (без гетероторофов и сапротрофов) сообщества. Существенная трансформация свойств биотопа при накоплении нефтепродуктов приводит к формированию азональных местообитаний, где в условиях эвтрофикации восстановление экосистемы происходит с активизацией сапротрофного компонента.

С экологических позиций для оптимизации условий сосуществования хозяйственной деятельности и окружающей среды, обеспечения благоприятных условий жизни человека, восстановления исходной или более продуктивной природной среды наибольшую опасность представляют аккумуляционные сапротрофные азональные наземные экосистемы. Продукты метаболизма данных ПТЭ, образовавшиеся в результате процессов ассимиляции избыточной техногенной органики, отличаются высокой канцерогенностью и токсичностью по отношению к окружающим наземным экосистемам. Высока вероятность в первом случае загрязнения бенз(а)пиреном и токсичными мигрантами грунтовых вод, во втором также поверхностных вод, пойменных экосистем.

Современное ведение хозяйственной деятельности (нефтедобычи) необходимо сопровождать целенаправленным формированием управляемых ПТЭ с заданными параметрами. Более

высокой устойчивостью по отношению к комплексу техногенного нефтепромыслового воздействия и в максимальной степени реализующих продуктивный и средообразующий потенциалы сообществ микроорганизмов, растений и животных. Регулирование аккумуляционных ПТЭ должно базироваться на способности естественных природных комплексов к саморегуляции, но при этом необходимо проводить корректировку хода процессов деградации нефтепродуктов и воспроизводства природной среды, чтобы избежать поступления токсикантов в окружающую среду.

Текущие меры, которые необходимо внедрить в области охраны окружающей среды, следующие.

Техногенное воздействие ведет к формированию азональных экосистем, обладающих специфическими характеристиками, которые свидетельствуют энергетических потоков, круговорота веществ, биоразнообразия. Эти последствия гораздо существеннее изменений воздушной и водной среды от превышения санитарно-гигиенических нормативов. Целенаправленное и стихийное создание аккумуляционных экосистем должно быть минимальным и сопровождаться платной арендой их земель.

Следует отметить, что совершенно неизбежно при любой технологии поступление определенного количества загрязняющих веществ от первичных и вторичных техногенных источников при разработке нефтяного месторождения в окружающие природные комплексы. Неизбежно и уничтожение части биогеоценотического покрова на нефтепромысловых объектах.

Наиболее целесообразным в этом случае представляется целенаправленное формирование управляемых природно-техногенных экосистем (УПТЭ) с заданными параметрами, отличающихся высокой устойчивостью по отношению к комплексу техногенного нефтепромыслового воздействия и в максимальной степени реализующих продуктивный и средообразующий потенциалы существующих сообществ микроорганизмов, растений и животных.

Формирование городской среды вызывает соответствующую трансформацию ее природной основы. Возникает и расширяется процесс деградации в ходе которой происходит увеличение доли элементарных экосистем с экстремальными свойствами биотопов и упрощения биотической составляющей преобразованных наземных экосистем. Некоторые из деградированных азональных экосистем так занимательны, что местные общины сохраняют их в качестве особо ценных объектов (ООПТ «Утиное болото» г.Перми). В настоящее время актуально использование методов биоремедиации для

восстановления воздушной, водной среды города. Поэтому проводится инвентаризация и реконструкция его зеленых насаждений.

Среди субъектов РФ Пермский край по качеству охраны природы пока в I – II десятке регионов. Несмотря на некоторую деградацию региональной сети ООПТ, она еще поддерживает высокий статус региона в сфере охраны природы.

В рамках ведения мониторинга ООПТ регионального значения проведено полевое обследование 90% особо охраняемых природных территорий.

В процессе полевого обследования проводились наблюдения за состоянием почвенного покрова, растительности, выполнялись геоботанические описания, определялась фаза трансформации экосистем. Помимо этого фиксировались места обитания видов растений, занесенных в Красные книги РФ, Среднего Урала, Пермского края.

В пределах ООПТ представлены коренные (недеградированные) сообщества, квазикоренные (очень слабодеградированные) сообщества, смешанные (слабодеградированные) леса, мелколиственные (среднедеградированные) леса, луговые (сильнодеградированные) сообщества, очень сильнодеградированные сообщества – пустыри.

Полученные степени деградации характеризуют 57 ООПТ как недеградированные, 167 ООПТ как очень слабодеградированные, 34 ООПТ как слабодеградированные. Среднедеградированными и сильнодеградированными являются по 2 ООПТ. Бытовой мусор в значительных количествах накапливается на ООПТ, что приводит к ухудшению эстетического восприятия охраняемых ландшафтов.

Выделены следующие факторы и источники воздействия на экосистемы ООПТ: рекреация, заготовка леса, нефтедобыча, ведение сельского хозяйства, выпас скота, пожары, ветровалы.

Неорганизованная рекреация на категориях ООПТ, не предназначенных для отдыха, приводит к деградации почвенного покрова, растительности, экосистем этих категорий, снижению численности популяции вплоть до полного исчезновению редких и охраняемых видов растений и животных.

Созданная в советское и постсоветское время сеть ООПТ находится в новых условиях природопользования, основанного на частной и федеральной собственности, в условиях постоянно возрастающей рекреационной нагрузки.

В связи с отсутствием в пределах Пермского края национального парка, его функции выполняют ООПТ других категорий: заповедники, охраняемые ландшафты, памятники природы.

Для спасения уникальных природных объектов необходимо модернизировать сеть ООПТ. Сохранить и сделать доступным природное наследие для народов и всего населения Пермского края и т.о. обеспечить устойчивое развитие региона и развития человеческого потенциала (цели развития тысячелетия по ООН).

Создание национального парка с необходимым природоохранным обустройством и квалифицированным персоналом (охрана, служба сопровождения и поддержки, медики, служба экологического просвещения) позволит, предотвратить деградацию экосистем, снизить риски здоровья населения, проведет к повышению экологической культуры людей.

К уникальным и особо ценным природным объектам на основе которых возможно **создание природного парка в** Пермском крае кластерной конфигурации:

1. Уникальные природные объекты, находящиеся под угрозой исчезновения по естественным причинам природные объекты.
2. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения по антропогенным причинам (исчезающие). Включаются все редкие и ограниченного распространения природные объекты, имеющие повышенное экологическое, научное и познавательное значение. Освоенные человеком редкие экосистемы, изначально занимающие небольшие площади, нуждающиеся в специальной охране для целей сохранения ландшафтного и биологического разнообразия.
3. Типичные (эталонные) природные объекты принимаются как особо ценные. В Пермском крае выделяем основные, локальные (местные) эталоны экосистем (ландшафтов) и эталонные комплексы экосистем (ландшафтов), представляющие разнообразие экосистем по генезису, распространению Пермского края и характеризующиеся наиболее полным выражением признаков выделяемых экосистем.
4. Экосистемы с особой научной, познавательной, исторической значимостью (экосистемы научных стационаров с длительным проведением опытов, базовых учебных полигонов, исторического, мемориального значения).
5. Историко-природные комплексы и территории. Включаются экосистемы с исторически сложившимся рациональным режимом использования ресурсов и ландшафтов, обеспечивающим поддержание экологического баланса.

6. Земли, объединяющие природно-культурно-исторические комплексы, необходимые для среды обитания и основ традиционного образа жизни коренного и старожильческого населения.

7. Экосистемы, обеспечивающие средообразующие (средоформирующие) функции, регулирование природопользования, поддержание экологического баланса.

8. Экосистемы, обеспечивающие восстановление тех или иных видов природных ресурсов.

9. Ландшафты, пейзажи, отдельные природные объекты и явления, имеющие выдающуюся ценность с точки зрения природной красоты.

Приоритетным направлением развития комплекса ООПТ Пермского края необходимо признать создание природного парка кластерной конфигурации.

***Библиографический список***

1. Реймерс Н.Ф., Штильмарк Ф.Р. Особо охраняемые территории. М.: Мысль, 1978. 295с.

2. Солнцева Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. М.: МГУ. 1998. 376с.

## THE CONCEPT OF ANTHROPOGENOUS TRANSFORMATION ECOSYSTEMS FOR THE DECISION OF PROBLEMS ON RESTORATION AND PRESERVATION OF AN ENVIRONMENT

S.A. Buzmakov

The Perm state university, Perm, street Bukireva, 15

Results of field inspections of territory are generalized: oil deposits, a natural heritage, a city; experiments on modeling of anthropogenous influence on plants, microorganisms. Theoretical representations which allow carrying out to estimate and to forecast a condition of ecosystems are suggested. Lines of activity on wildlife management are developed. Creation of natural park in the Perm region is recommended.

Keywords: anthropogenous transformation of ecosystems, a transformation phase, a biogeocenosis, natural park.

УДК 574

# ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ (ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА)

В.А. Алексеенко
НИИ Геохимии биосферы ЮФУ,
353918, г. Новороссийск, пр. Ленина 54

Эколого-геохимические последствия антропогенной трансформации природной среды охватили всю биосферу и характеризуют начальный период формирования ноосферы. Использование ряда новых показателей и учет законов развития изменений дает достоверный материал для дальнейших работ и планирования устойчивого развития. Приводятся конкретные данные.

Ключевые термины: эколого-геохимические изменения; геохимические ландшафты; формы нахождения элементов; интенсивность миграции; геохимические барьеры; абсолютный разброс; показатели накопления; эколого-геохимические законы.

**I Общие сведения.** Антропогенная трансформация природной среды чрезвычайно разнообразна. Однако при всем ее разнообразии конечным результатом продолжительной антропогенной деятельности является формирование техногенных (антропогенных) геохимических ландшафтов. К ним относятся сельскохозяйственные, промышленные, лесотехнические, дорожные ландшафты, а также ландшафты военных ведомств и населенных пунктов. Первые, наиболее общие эколого-геохимические особенности этих ландшафтов рассмотрены в ряде работ [3,7,10]. К числу наиболее изученных можно отнести сельскохозяйственные ландшафты. Меньше всего открытой информации существует о ландшафтах военных ведомств.

Формирование техногенных ландшафтов может идти двумя путями: за счет природных (биогенных) ландшафтов, а также формирование новых за счет уже ранее существовавших техногенных ландшафтов. Первым путем техногенные ландшафты образуются чаще всего на неосвоенных и слабоосвоенных территориях, а вторым – в регионах с давно происходящей антропогенной деятельностью. Если конечный результат антропогенной трансформации природной среды практически всегда приводит к образованию техногенных ландшафтов, то ее начальные этапы весьма разнообразны. Это разнообразие с одной стороны объясняется различными географическими (точнее ландшафтно-геохимическими) особенностями рассматриваемых территорий, а с другой – разнообразием видов антропогенной деятельности. Если

© В.А. Алексеенко, 2010

географические факторы для определенных территорий в большинстве случаев являются практически неизменными, то антропогенная деятельность изменяется довольно быстро и скорость изменений все возрастает. Последнее обуславливается непрерывно ускоряющимся развитием науки и техники.

Последствия начального антропогенного воздействия на природную среду к настоящему времени можно несколько условно свести к следующим важнейшим:

1. Изменение (как увеличение, так и уменьшение) концентраций химических элементов (включая радиоактивные и редкие), а также их определенных соединений, в отдельных частях биосферы. Этот показатель всегда необходимо рассматривать в зависимости от размера изучаемой территории, а следовательно, и от масштаба исследований. К отдельным частям биосферы могут относиться косные, биокосные и биогенные системы. Это также необходимо учитывать при рассмотрении всех указанных ниже последствий.
2. Изменение особенностей распределения химических элементов (их различных соединений) в различных системах, составляющих биосферу.
3. Радиоактивное загрязнение различных частей биосферы.
4. Создание искусственных магнитных и электромагнитных полей.
5. Техногенное инфракрасное, видимое и ультрафиолетовое излучение.
6. Техногенные акустические колебания и вибрация.
7. Воздействие на биогенные системы биосферы электрического тока.
8. Лазерное излучение.

Последствия, указанные в пунктах 1 и 2 составляют основу данной работы и будут рассмотрены ниже. А об оценке остальных очень кратко имеет смысл сказать. В ряде специальных монографий и учебников для студентов ВУЗов приводятся конкретные величины изменений, начиная с которых нарушается безопасность жизнедеятельности населения [8]. В своем большинстве они основаны на медико-биологических исследованиях, но к ним имеются довольно многочисленные и существенные замечания. Одним из них является то, что последствия указанных изменений могут сказаться через ряд десятилетий и даже на потомках людей, проживавших в условиях, вызванных этими изменениями. Это влияние не могло быть установлено за несколько лет проводившегося обследования. Не установлено также влияние выше указанных видов антропогенного воздействия на животные и растительные организмы.

Автором было предложено [7] за эталон относительно безвредного антропогенного воздействия, указанного в пунктах 3-7, брать природные аналоги соответствующего техногенного воздействия. Отмечу, что природных аналогов лазерного излучения пока не выявлено. Вероятно, в будущем появятся новые виды антропогенного воздействия на природную среду. По возможности и тогда за эталоны безвредности будет целесообразным брать природные аналоги изменений, т.е. те изменения, к которым за миллионы лет «привыкло» живое вещество планеты.

Отмечу, кроме упоминавшихся выше геохимических, физических и геофизических видов антропогенного воздействия на природную среду есть социальные, медико-биологические, собственно экономические. К ним, например относятся резкое увеличение плотности населения; строительство многоэтажных зданий, в которых не все могут комфортно проживать и т.д.. Довольно часто эти виды, так называемого техногенного давления, существенно влияющие на безопасность жизнедеятельности, воздействуют на живое вещество планеты совместно с другими антропогенными факторами трансформации природной среды.

II Глобальные изменения. Формирование ноосферы. Рассматривая эколого-геохимические аспекты антропогенной трансформации природной среды, остановимся сначала на глобальных изменениях, охватывающих всю биосферу. Она в настоящее время переживает период перехода в ноосферу. Период этот, вероятно, будет довольно длительным. К числу основных, определяющих его показателей рекомендуется [3.5] отнести такие:

* соотношение масс *химических элементов, находящихся в биосфере и мигрирующих в разных формах;*
* *интенсивность миграции;*
* *формирование новых геохимических барьеров;*
* *дальность миграции;*
* *изменение распределения химических элементов.*

Кратко рассмотрим, как изменились указанные показатели в ныне происходящий период формирования ноосферы. Изучение изменений в соотношениях масс химических элементов показало следующее:

* происходит увеличение массы химических элементов, мигрирующих в виде техногенных соединений, в коллоидной и отчасти в минеральной формах
* масса химических элементов, образующих биогенную форму, существенно не изменилась, на одних участках произошло

увеличение годовой продукции на величину до 3 т/га, а на других — уменьшение на 1—5 т/га;

* практически не меняется масса химических элементов, мигрирующих в форме водных растворов и газовых смесей. Однако в их составе на отдельных участках биосферы происходят существенные изменения;

* соотношение между мигрирующими массами отдельных химических элементов, составляющих каждую из наиболее распространенных форм их нахождения, после начала интенсивной антропогенной деятельности изменяется, возрастает роль металлов (Fe, Mn,Co, Pb, Zn, Си, Ni, и др.), CI, S, C, H;

* резко увеличивается масса химических элементов, образующих в миграционных потоках техногенные соединения, не имеющие природных аналогов;

* большую роль на относительно небольших участках начинает играть третий тип миграции, при котором перемещение элементов сопровождается изменением форм их нахождения, что во многом связано с техногенным появлением элементов в формах, не характерных для конкретной природной обстановки. Они часто неустойчивы, распадаются и вступают в реакции с различными соединениями, продукты этих реакций бывают токсичны;

* при возрастающей роли металлов, на одно из ведущих мест начинают становиться элементы, относимые пока к редким.

Оценивая **изменение интенсивности миграции элементов,** отметим:

* В подавляющем большинстве случаев интенсивность миграции химических элементов, находящихся в различных формах, увеличилась с началом формирования ноосферы.

* Интенсивное увеличение миграции химических элементов и их соединений пока не охватывает всю поверхность Земли, а идет мозаично.

* Интенсивность миграции элементов, находящихся в определенных формах (газовые смеси, коллоиды), в ряде ландшафтов (сельскохозяйственных, селитебных) изменяется как в течение года, так и на протяжении нескольких лет.

* Наибольшие изменения интенсивности миграции химических элементов отмечаются при их миграции в виде аэрозолей в районах крупных селитебных и промышленных ландшафтов.

* Краткосрочные изменения интенсивности техногенной миграции химических элементов могут существенно превышать итоговые, но это явление характерно и для природной миграции, например при извержении вулканов.

* Резко возросла интенсивность миграции химических элементов, образующих техногенные соединения, а также интенсивность социальной миграции.

Рассматривая создание геохимических барьеров можно считать, что

* возросло число барьеров всех классов

* угрожающий рост отмечается для испарительных и социальных барьеров

* формирование значительной части барьеров произошло непреднамеренно

Анализируя данные, об изменении дальности миграции в период формирования ноосферы отметим:

* В период *формирования ноосферы дальность миграции химических элементов, происходящей под воздействием природных факторов, осталась практически неизменной или уменьшилась из-за различных техногенных геохимических барьеров;*

* *дальность социальной миграции соединений, не имеющих природных аналогов, в начальный период формирования Ноосферы резко возросла, а это в свою очередь, начинает приводить к эколого-геохимическим изменениям в пределах все новых участков биосферы.*

Изменение распределения химических элементов в биосфере характеризуется величиной их абсолютного разброса (АР). Отметим, что она в планетарных системах определяется строением электронных оболочек атомов этих элементов. От ее величины на Земле во многом зависят содержания элементов в бактериях, наземных животных, растениях. Миграция химических элементов, происходящая под воздействием антропогенной деятельности, как было показано выше, во многом отличается от ранее происходившей природной миграции. В результате на отдельных участках биосферы произошло пока незначительное изменение величины АР.

Наибольшие техногенные изменения величин АР могут произойти у элементов, характеризующихся его минимальными значениями в до ноосферный период. К ним относятся элементы III группы. Это Bi (1,43), Ag (2,9), W (3,67), I (4), Au, Be (6), Br (6,2), P

(6,47), Zn (8,67). Им необходимо уделять наибольшее внимание при рассмотрении эколого-геохимических изменении.

Анализ всей информации, приведенной в этом разделе, позволяет отметить следующее:

1. Антропогенная деятельность в рассматриваемый период уже оказала довольно существенное влияние на миграцию, концентрацию и распределение химических элементов в биосфере.
2. Процессы наиболее интенсивных изменений пока не охватили всей биосферы и идут мозаично.
3. Значительная часть изменений происходит чрезвычайно быстро, что позволяет говорить о скорости изменений, приближающейся к катастрофической.

Довольно подробно наступившие антропогенные изменения, связанные с начальным этапом формирования ноосферы, рассмотрены в уже упоминавшихся работах [3,5]. Однако при практической работе большинству исследователей приходится иметь дело с эколого-геохимическими последствиями антропогенной трансформации, происходящей на региональном и локальном уровнях.

III Изменения, выявляемые на регионально-локальных уровнях. Трансформация природной среды, происходящая на этих уровнях, при эколого-геохимических исследованиях выявляется работами начиная от масштаба 1:500 000 и заканчивая проведением режимных наблюдений. К числу важнейших эколого-геохимических изменений, происходящих в этом масштабе, можно (нужно) относить, в первую очередь их следующих 4 вида [1]:

а) изменения концентрации химических элементов (их соединений) в пределах отдельных частей биосферы;

б) изменения формы нахождения химических элементов (и даже видов соединений элементов при одной и той же форме их нахождения) в пределах отдельных частей биосферы;

в) появление на отдельных участках в больших количествах техногенных соединений, практически не имеющих природных аналогов или нехарактерных для данных природных условий;

г) механическое перемещение значительных масс химических элементов (они могут находиться в различных формах и образовывать различные виды соединений) без существенного изменения формы нахождения составляющих их химических элементов.

Все четыре перечисленных вида изменений можно оценить не только качественно, но и количественно. Таким образом, появилась

реальная возможность проводить оценку состояния окружающей среды, происходящих в ней природных и, что особенно важно, антропогенных изменений на количественной основе с позиций перемещения и концентрации химических элементов (их соединений).

Следует только отметить, что любая количественная оценка изменений, происходящих в геохимических ландшафтах, должна проводиться с учетом формы нахождения химических элементов. Это дает возможность охарактеризовать такие на первый взгляд различные явления, как загрязнение через атмосферу природных территорий, загрязнение рек в результате сброса сточных вод, вырубка лесов и т. д.

Оценку эколого-геохимических изменений часто бывает целесообразным проводить в 2 этапа: сначала качественно, потом количественно.

Качественно оценку удобно начинать с установления тенденций развития изменений. Эта работа может рассматриваться как введение в качественную оценку. Выявление тенденций развития эколого-геохимических изменений, происходящих под воздействием определенного процесса (или целого ряда процессов) в биосфере, имеет огромное значение как для планирования развития отдельных предприятий, так и для устойчивого развития целых регионов. Сами процессы, вызывающие эколого-геохимические изменения, могут быть, как указывалось, природными и техногенными. В настоящее время в подавляющем большинстве случаев приходится давать оценку последствиям различной техногенной деятельности.

Качественное установление тенденции развития изменений обычно проводят по аналогии с результатами уже проведенной (в подобных ландшафтно-геохимических условиях) качественной оценки изменений под воздействием тех же процессов, что ожидаются в новом районе. Так при создании в равнинных условиях водохранилищ можно, по аналогии с изученными водохранилищами, говорить о потенциальной тенденции заиливания аквальных ландшафтов в дельтах рек, о засоления почв и накопления металлов. Подобных примеров установления тенденций развития эколого-геохимических изменений как техногенных, так и природных довольно много.

Непосредственная качественная оценка антропогенной трансформации среды начинается с составления и анализа карт геохимических ландшафтов. Желательно начинать с карт, составленных в региональном масштабе, с постепенным его увеличением. При такой качественной оценке можно делать выводы о

самых общих эколого-геохимических изменениях и о площади их распространения. Примеров такой оценки довольно много.

Особое внимание, на этой стадии оценки антропогенной трансформации среды, следует уделять появлению даже небольших по площади «аномальных геохимических ландшафтов» необычных для природных условий региона. Они представляют собой коренные изменения геохимической обстановки, а их число непрерывно возрастает по мере увеличения антропогенной нагрузки. В соответствии с одним из законов [2]

*коренные изменения ландшафтно-геохимической обстановки сказываются в соседних ландшафтах при отсутствии непосредственного воздействия на них, за счет связей между ландшафтами.*

Следовательно, «аномальные геохимические ландшафты» указывают на тенденцию антропогенной трансформации среды даже при отсутствии (прекращении) антропогенного воздействия.

Довольно часто следующим этапом качественной оценки служат геоботанические исследования. Они позволяют установить общие площади, охваченные изменениями, а затем выявить участки с их специфическим развитием. Геоботанические изменения во многих случаях уже сами являются антропогенной трансформацией природной среды. Кроме того, они служат показателями таких широко распространенных эколого-геохимических антропогенных изменений как засоление почв (даже в начальных стадиях процесса); загрязнение атмосферного воздуха S и тяжелыми металлами; загрязнение металлами и др. загрязняющими веществами почв; увеличение в морских прибрежных ландшафтах количества органических веществ и т.д.

Количественная оценка и выявление участков, подвергшихся антропогенной трансформации, так же начинаются с установления (количественной) тенденции развития эколого-геохимических изменений.

Методика выявления такой тенденции описана в ряде работ автора и в этой не рассматривается. Работы, проведенные в Ростовской области, в Краснодарском и Ставропольском краях показали, что при антропогенном воздействие в целом (правда, преобладало формирование сельскохозяйственных ландшафтов) устанавливается тенденция концентрации в почвах целого ряда металлов и в первую очередь Ni, Co, Cr, Cu, Pb, V, Zn. В регионе не наблюдалась тенденция к накоплению Ti и Mn [12]. Вообще для установления тенденции можно использовать различные реперы. Нами за «точку отсчета» в данном случае бралось для очень большого региона кларковое содержание элементов. Анализ показал, что, например, фоновое

содержание Ni выше кларка характерно для почв 69% всех техногенных ландшафтов, а для биогенных этот показатель равен 47%; для Zn соответствующие значения равны 80% и 68% и т.д.

Более подробно тенденции изменения концентрации химических элементов при распахивании степей и засолении пашен в условиях Ростовской области установлены для большого числа металлов [4]. Видимо они соответствуют общей эколого-геохимической трансформации природной среды при данном антропогенном воздействии.

Установление количественных тенденций важно для исследований, относящихся к мелкомасштабным (м-б 1:2000 000-1:200 000). Их результат необходимо учитывать при решении региональных проблем как в изучаемой части биосферы, так в других частях со схожей ландшафтно-геохимической обстановкой. Особое значение установленные тенденции приобретают при решении задач, связанных с планированием устойчивого развития регионов.

При количественных региональных исследованиях возможно (а часто и необходимо) установление эколого-геохимических изменений, происходящих на больших территориях в результате как непосредственного воздействия определенной антропогенной деятельности, так и изменений, вызываемых этой деятельностью опосредованно. Как пример можно рассмотреть эколого-геохимические последствия сельскохозяйственной деятельности в таком большом регионе, каким является Нижний Дон. При распахивании степей и создании богарных пашен в почвах элювиальных (водораздельных) и трансэлювиальных ландшафтов идет вынос Pb в количестве от 0,4 до 1,9 т/км$^2$. В почвах трансаккумулятивных – Pb накапливается в количестве от 0,8 до 4,0 т/км$^2$. Влияние на количественную характеристику процесса миграции –концентрации оказывает не только рельеф, но и весь комплекс природных условий, определяющих состав растительных ассоциаций степей. Усиливающаяся при распахивании степей воздушная эрозия почв приводит к накоплению в них в определенных ландшафтно-геохимических условиях Pb в количестве до 6,0 т/км$^2$.

Подробно эколого-геохимические последствия сельскохозяйственной деятельности в рассматриваемом крупном регионе для большого числа металлов разбираются в монографии [6] и в данной работе не приводятся.

Для дальнейшего изучения антропогенной эколого-геохимической трансформации среды, окружающей людей, необходимо переходить к более крупномасштабным количественным

исследованиям. Трансформация (ее последствия) может проявиться в изменениях в составе атмосферы, поверхностных и подземных вод, почв и растений. Наиболее быстро изменения «исчезают» в атмосфере и водах. Основной депонирующей средой являются почвы. В живые организмы, в первую очередь, в растения, загрязняющие вещества очень быстро попадают из атмосферы и гидросферы, несколько позже- из почв. И хотя, в соответствии с законом развития изменений в ландшафте [2].

*Изменения, происшедшие в определенной части (ярусе) геохимического ландшафта, скажутся практически во всех частях этого ландшафта за счет связей между ними,*

обычно быстрее они проявляются в ярусе растительности. Учитывая все это, в большинстве случаев, эколого-геохимическую оценку трансформации среды целесообразно начинать с изучения почв и растительного покрова.

Сами изменения в каждом конкретном случае могут преимущественно зависеть от вида антропогенной деятельности и от ландшафтно-геохимических условий регионов или их отдельных частей. Однако многие изменения в своей основе аналогичны для всей биосферы. Это связано с тем, что значительные изменения можно рассматривать как крупные техногенные аномалии. А, как гласит закон [2],

*ассоциации химических элементов, образующих крупные техногенные геохимические аномалии, определяются в основном уровнем развития науки и техники в период формирования аномалий.*

Следовательно, химический состав аномалий, сформировавшихся в наше время, примерно одинаков, однако существенно может в них отличаться состав приоритетных загрязнителей. Отмечу сразу, что современный этап формирования ноосферы, соответствующий современному развитию науки и техники, уже начал приводить к изменению ассоциаций химических элементов в крупных антропогенных аномалиях: в них постоянно возрастающая роль начинает принадлежать элементам, ранее относимым к редким.

При исследованиях, проводимых на рассматриваемом уровне, важно использование таких количественных показателей, как показатели абсолютного (ПАН) и относительного (ПОН) накопления ([3-7] 1997).

*Показатель абсолютного накопления (ПАН)* показывает, какая масса определенного химического элемента (или его соединения) накопилась в конкретной части геохимической системы в результате произошедших процессов на единице площади. Изучаемой частью системы могут быть ландшафты, вся растительность определенного

участка и ее определенные виды, поверхностные или подземные воды, почвы и т.д.

Как предельный случай воздействия природных или техногенных процессов на геохимический ландшафт может рассматриваться полная замена одного геохимического ландшафта другим. Такая замена *названа нами коренным изменением ландшафтно-геохимической обстановки*, при котором (для расчета величины ПАН) сравниваются концентрации элемента в частях вновь образовавшегося ландшафта и ландшафта, аналогичного тому, который ранее был на месте заменившегося.

Для установления величины ПАН в почвах на площади 1 км$^2$ определялась разница между фоновыми содержаниями в почвах до начала рассматриваемых процессов и после их окончания: $C_{ф|} - C_{ф2}$. Если после окончания процессов содержание уменьшалось (т.е. происходил вынос элемента), величина ПАН имела отрицательное значение.

Изучение по вертикальному профилю техногенных изменений концентрации рассматриваемых металлов показало, что они обычно происходят в почвах до глубины 30 см.

Определение средней плотности почв на юго-европейской части России позволило после расчетов считать, что увеличение (уменьшение) концентрации химических элементов в почвах на величину, равную $1 \cdot 10^{-3}$%, в пределах верхнего 30-сантиметрового слоя, соответствует увеличению (уменьшению) его массы на 6т на площади, равной 1 км$^2$.

Аналогично определяется ПАН в других системах. В ряде случаев вместо величины его фонового содержания в определенной части геохимической системы может использоваться величина кларкового содержания. Поэтому следует оговорить, в каких случаях значение ПАН определено относительно кларка.

Однако такой количественный показатель, как ПАН, необходимый для принятия многих решений, связанных с экологическими проблемами, не дает достаточной информации о наибольшем отрицательном влиянии определенных химических элементов в каждом конкретном случае. Рассмотрим это на следующем примере. Увеличение на сотни тонн на 1 км$^2$ содержания в почвах железа менее опасно для организмов, чем увеличение на 10 т содержания ртути и мышьяка. Это связано с различными значениями кларков этих элементов. К высоким содержаниям железа (кларк 4,64 %) организмы за долгий период развития и эволюции привыкли, а к высоким содержаниям ртути (кларк ***8***,3-10$^{-6}$ %) или мышьяка (1,7-10$^{-4}$

%) -нет. Чтобы учесть эту геохимическую особенность, автором был предложен показатель относительного накопления элементов (ПОН).

*Показатель относительного накопления (ПОН)* представляет собой отношение массы элемента, накопившегося (вынесенного) в результате произошедших процессов в определенной части геохимической системы (т.е. ПАН), к местному фоновому (или кларковому) содержанию. Таким образом, можно считать, что

$ПОН = ПАН/С_{кл.(фон.)}$

Нами *наиболее детально, с использованием показателей накопления изучались эколого-геохимические последствия антропогенной трансформации* природных ландшафтов в различных горных и равнинных условиях на больших площадях Юга европейской части России. Они *на основании количественной информации* позволили отметить следующее:

- В региональном масштабе наибольшую площадь охватила сельскохозяйственная трансформация среды. Так в Ростовской области свыше 90% территории занято агроландшафтами.
- Ассоциации элементов, накапливающихся в их почвах, соответствуют уровню развития науки и техники, но приоритетные загрязнители различны. Так на юге Краснодарского края в богарных пашнях это Ni, Li, Sn; в рисовых чеках – Cr, Zn, Cu, Ga; во фруктовых садах – Cu, Zn, (Ni); в виноградниках – Sr, Cu; в чайных плантациях – P.
- Уровень накопления элементов весьма различен. Так Cu по отношению к ранее существовавшим ландшафтам, накапливается (т/км$^2$) в почвах рисовых чеков 3,6; ореховых плантаций – 4,8; фруктовых садах – 60; виноградников – 77,4.
- В почвах селитебных ландшафтов С.Кавказа с населением более 100 тыс. человек по отношению к кларку увеличилось (т/км$^2$) содержание Sr (165,6), Ba (112,2), Zn (96,6), Pb (49,2), Mn (44,8), Cu (36,6) и т.д.. В городах с населением меньше 100 тыс. человек Ba (431), Ti (222), Mn (214), Zn (179), Pb (60), Sr (56) и т.д.. В почвах курортов Северо-Западного Кавказа, по отношению к кларку, отмечается повышенное содержание таких элементов (в т/км$^2$) как Ba (561-466), Ti (506-393), Mn (276-183), Sr (233-72), Zn (132-88), Pb (39-23), Cu (24-20), V (19-7), Li (15-13), Co (6,6-6,0), Mo (1,1). Если же рассматривать этот же процесс в почвах курортов по отношению к фоновым содержаниям в почвах лесов, на месте которых возникли курорты, то для ряда металлов наблюдается процесс выноса (Mn, Ti, V, Mo)
- В золе листьев тополя из многих городов Европы и Азии (включая Россию) содержание часто значительно превышает среднее

содержание в золе растений [11] таких элементов как Ba, Li, Nb, P, Pb, Sc, Ti, Y, Yb, Zr.

* В почвах промышленных геохимических ландшафтов резко (в 100 и 1000 раз по отношению к кларку) возрастают содержания приоритетных загрязняющих веществ [5]. Их состав определяется в каждом случае преобладающем видом антропогенной деятельности.

**IV Выводы.** Все изложенное выше позволяет считать, что

1. Эколого-геохимические последствия антропогенной трансформации природной среды охватили всю биосферу и должны рассматриваться как особенности начального (современного) перехода биосферы в ноосферу.
2. Наиболее интенсивные эколого-геохимические изменения не характерны для всей биосферы и развиваются мозаично. Конечным результатом изменений природной среды является образование техногенных (антропогенных) геохимических ландшафтов. Однако и в них продолжают происходить последующие изменения.
3. Изменения, развивающиеся на региональном-локальном уровнях целесообразно изучать с использованием показателей накопления (ПАН и ПОН) и показателя абсолютного разброса (АР).
4. Развитие эколого-геохимических изменений в биосфере происходит в соответствии с определенными законами. Часть из них уже установлена. Сами антропогенные изменения происходят катастрофически быстро.
5. Оценка региональных-локальных эколого-геохимических изменений, проводимая с использованием указанных показателей и с учетом установленных законов развития изменений, дает достоверный материал, необходимый для прогнозирования дальнейших изменений; для прогнозирования изменений, ожидаемых в других регионах; для проведения мониторинга; для планирования устойчивого развития.
6. Оценку и прогноз изменений, происходящих при антропогенной трансформации среды, следует проводить в определенной последовательности.

***Библиографический список***

1. *Алексеенко В.А.* Качественная и количественная оценки изменений окружающей среды на ландшафтно-геохимической основе. Ростов-на-Дону, 1982.
2. *Алексеенко В.А.* О некоторых закономерностях развития антропогенных изменений в биосфере. Ростов-на-Дону, изд. РГУ, 1992.

3. *Алексеенко В.А*. Экологическая геохимия М., Логос 2000.

4. *Алексеенко В.А.*, Суворинов А.В. и др. Металлы в окружающей среде. Почвы геохимических ландшафтов Ростовской области. М., Логос 2002

5. *Алексеенко В.А*. Эколого-геохимические изменения в биосфере. Развитие, оценка. М., Университетская книга 2006.

6. *Алексеенко В.А.*, Суворинов А.В., Власова Е.В. Металлы в окружающей среде. Лесные ландшафты Северо-Западного Кавказа. М., Университетская книга 2008.

7. *Алексеенко В.А*. Жизнедеятельность и биосфера М., Логос, 2010.

8. *Белов С.В*. и др. Безопасность жизнедеятельности. М., Высшая школа,1989.

9. *Виноградов А.П.* Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. М., изд. АНСССР, 1957.

10. *Перельман А.И*., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта М., Астрея-2000, 1999.

11. *Ткалич С.М*. Некоторые общие закономерности содержания химических элементов в золе растений. Сб. Биогеохимические поиски рудных месторождений. Улан-Удэ, 1969.

12. *Alexeynko V.A.,* Serikov V.N. Metals in agricultural geochemical landschapes of the southern part of Europen Russia. Geography. 1995.

## EKOLOGO-GEOCHEMICAL ASPECTS OF ANTHROPOGENOUS TRANSFORMATION OF THE ENVIRONMENT (THE THEORY AND PRACTICE)

V.A. Alexeynko

Ekologo-geochemical consequences of anthropogenous transformation of an environment have captured all biosphere and characterise an initial stage of formation of a noosphere. Use of some new indicators and the account of laws of development of changes gives an authentic material for the further works and sustainable development planning.

Key terms: ekologo-geochemical changes; geochemical landscapes; forms of a finding of elements; intensity of migration; geochemical barriers; absolute disorder; accumulation indicators; ekologo-geochemical laws.

УДК 631.461:631.459:579.873.2

# ТЕХНОГЕННОЕ ЗАСОЛЕНИЕ ПОЧВ И ПРОБЛЕМЫ ИХ БИОГЕННОСТИ

В.С. Артамонова
Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, 630099, Россия, г. Новосибирск, ул.Советская, 18, artamonova@issa.nsc.ru

Статья посвящена анализу проблем биогенности техногенно засоленных почв, определению приоритетов в почвенных исследованиях урбанизированных территорий Западной Сибири.

Ключевые термины: засоление почв; загрязнение; микроорганизмы; цианобактерии; микромицеты (грибы); мезофауна

Проблема биогенности почв, с которой связаны такие свойства, как плодородие и самоочищение, обострена для мегаполисов и малых городов промышленной ориентации разных стран. Это связано с присутствием техногенного галохимического и полиметаллического загрязнения, которые по биоопасности первенствуют среди экстремальных факторов. Вместе с тем, многие прикладные и фундаментальные аспекты совместного воздействия засоляющих ионов на живые организмы, участвующие в формировании биогенности почв, до конца не ясны. Поэтому комплексное решение эколого-почвенных проблем от раннего диагностирования до устранения и прогноза негативных последствий антропогенной трансформации среды жизни требует дополнительных научных изысканий и теоретических обоснований.

Учитывая повышенную востребованность земельных ресурсов пригородной зоны сибирского мегаполиса – г.Новосибирска, где в составе почвенного покрова присутствуют зрелые, деградированные почвы и почвоподобные тела, с нестабильным соотношением, необходима современная оценка их биогенного статуса, плодородия санитарного состояния, качества, что сделать сложно. Качество – это свойство, признак, определяющий достоинство чего-нибудь, степень соответствия характеристик потребностям организмов, обитающих в почвенной среде и человека, который использует почву в разных целях. Нормативные показатели почвенной среды жизни в санитарном аспекте разработаны прежде всего для диагностики биобезопасности, в том числе тех микроорганизмов, которые потенциально увеличивают биологическую нагрузку на почву, формируют токсигенный пул, а также их антагонистов, участвующих в оздоровлении и плодородии.

© В.С. Артамонова, 2010

В сибирском мегаполисе и его окрестностях в южном, юго-западном и западном направлениях наметилась тенденция оживленного спроса на земельные участки под индивидуальное строительство (до 15% за последние полгода). Однако расширенной биогеохимической, почвенно-микробиологической, агрохимической и санитарной характеристики почв в густонаселенном районе нет, не существует информационного банка данных по жизнепригодности почвенной среды в условиях ее засоления вокруг ранее функционирующих градообразующих предприятий и даже сельхозугодий, что подпадают под современное градостроительство и рекреации.

Основные причины, которые усугубляют адекватную оценку текущего состояния биогенности деформированных почв, их потенциальных участников почвообразования, плодородия, самоочищения, следующие.

Во-первых, неоднократный перевод земель и земельных участков из одной категории в другую, в земли (границы) населенных пунктов под жилищное строительство, промышленное освоение, эксплуатацию линейных объектов, изъятие для государственных или муниципальных нужд формирует комплексный характер антропогенной трансформации. Однако расшифровка последовательности нагрузок, их временные и пространственные особенности осложнены обычно отсутствием исторической информации или легенды территорий, не корректностью порою архивных сведений. В ходе землепользования почвы неизбежно оказываются вовлеченными в различные процессы эксплуатации, нередко испытывают механическую и химическую деградацию, вплоть до потери исходных типовых признаков, либо преобразования в новые типы. Рекреационные нагрузки обусловливают уплотнение верхних горизонтов, снос верхнего органогенного плодородного слоя, техногенные нагрузки – механическое разрушение, перемешивание, скальпирование, погребение гумусированных слоев под минеральные массы, что часто наблюдается при вторичном использовании изъятых почв (строительство, добыча полезных ископаемых) на озеленительные и дорожные нужды.

Во-вторых, физико-химическая характеристика антропогенно трансформированных почв ограничивается зачастую определением их насыщения легкими и тяжелыми металлами, нефтепродуктами, засоляющими ионами. Но с привносом даже такого противоледного средства, как соляно-песчаная смесь, в почву с соляной компонентой поступают ТМ, хлористый кальций (добавляют против слеживания

каменной соли), а с песком - высевки каменных материалов, мелкий гравий, топливный шлак, каменноугольная зола, которые обычно не учитываются в почвенных анализах. При этом возможности почв как природного геохимического барьера не безграничны, о чем свидетельствует формирование засоления, вторичного минералообразования, нестабильность минеральных фаз. Совместное действие засоления и избыточных концентраций ТМ может обусловливать высокий токсикологический эффект для почвенного населения корнеобитаемого слоя, семян растений и их взрослых особей. К сожалению, расшифровка биогеохимических механизмов взаимодействия техногенных агентов с минеральной основой и живой компонентой почв, оценка последствий их влияния на биогеохимический состав в зонах смешения техногенных потоков и природных экосистем, практически отсутствует. Знания об особенностях поведения химических загрязнителей при контактировании с почвенными растворами в разных физико-химических условиях применительно к тем или иным ситуациям, ограничены. Поэтому сегодня чрезвычайно трудно не только сказать, но и предсказать эффективность геохимических барьеров почвенного происхождения при поступлении загрязняющих агентов разной кислотности и состава. В ближайшее время скорее всего ожидаема расшифровка механизмов буферирующих свойств почв и миграционных путей экотоксикантов в случае их экстремально высоких концентраций.

В-третьих, проблема техногенного загрязнения зачастую сводится лишь к загрязнениям ТМ. Все реже встречаются работы, посвященные солевым наборам металлов и другим экотоксикантам. Не случайно, такие важные явления, как синергизм, антагонизм и независимое совместное действие ионов незаслуженно забыты. Механизмы действия токсических веществ и метаболизм в организме педобионтов, их стабилизация в почве в результате саморегулирования, вывод из мобильного состояния, требуют расшифровки и комплексного подхода.

В-четвертых, необходима углубленная информация о былой и текущей биогенности почв, присутствии агрохимически значимой микрофлоры, интенсивности азотфиксации, мобилизации и иммобилизации азота и углерода микробной плазмы, микоризообразования. Набор санитарных маркеров должен быть расширен. В настоящее время санитарная оценка ограничивается чаще всего индексацией бактерий группы кишечной палочки, тестированием фитотоксичности. Регистрация чужеродной

микрофлоры, поступающей с соляными массами из других регионов, а также с речным песком, изымаемым в пределах города (в случае использования противоледной соляно-песчаной смеси), а также микробных диссоциаций, патологических проявлений микроорганизмов, хемомутаций, как и проведение генетических тестов с применением современных технологий секвенирования, видоспецифических праймеров, ограничена. Поэтому адекватно судить о современном микробном разнообразии, степени безопасности в эпидемическом и гигиеническом отношении почв урбанизированных территорий сложно, ведь санитарная «чистота» почв довольно условна. Прогнозировать вспышки эпифитототий и эпидемий, появление новых видов, в том числе не всегда безвредных, пока остается за будущим.

В-шестых, малоинформативны сведения о высших растениях, их стрессах и адаптации на вторичное засоление в условиях урбанизации. Корнеобитаемый слой культурных растений оказывается в обстановке щелочной реакции среды, на фоне высокого осмотического давления, токсических концентраций легкорастворимых солей (хлоридов, натратов, сульфатов, карбонатов натрия и магния), неблагоприятных водно-физических свойств (ухудшении водопроницаемости за счет повышения содержания физической глины, увеличении минерализации органического вещества и исходно слабой гумусированности). Уровень потенциального плодородия низкий, доступность макро- и микроэлементов для культурных растений ограничена. В случае осолонцевания снижение насыщенности почв Ca за счет замещения его Na и Mg ведет к подавлению доступности обменного Ca, дефицит которого при солевом стрессе означает ослабление его защитной функции, в том числе из-за возможной дестабилизации мембран. Токсическое действие Na в корнеобитаемом слое возрастает в присутствии хлоридов, резко ограничивая поглощение питательных элементов из засоленной почвы, прежде всего N, P, K. Несбалансированное минеральное питание культурных растений оказывается причиной их голода, сопровождается вспышками роста паразитарных микроорганизмов, снижением выживаемости агрономически полезной микрофлоры, сапротрофной мезофауны [1, 2]. В свою очередь, растения природных сообществ, адаптированные к засолению, проявляют избирательное поглощение засоляющих ионов, либо стремятся локализовать их и ТМ в корнях, либо наземной массе. В адаптации к техногенному загрязнению определенную роль может играть накопление углеводов – моносахаров, сахарозы, а также

пролина. Содержание этих осмопротекторов у растений с пониженной солеустойчивостью и у галофитов различно. Но этот аспект проблемы техногенного засоления практически не раскрыт. Все это необходимо учитывать при локальном размещении культурных растений, как факультативных галофитов, так и облигатных, в том числе декоративных соленакапливающих, солевыделяющих, соленепроницаемых форм.

В условиях сибирского мегаполиса, на фоне и без того сложной полигенетической эволюции первично засоленных почв, появление техногенно загрязненных аналогов, в том числе на месте былого первично засоления – это новая чрезвычайно сложная дискуссионная и прагматичная проблема, которая требует привлечения комплексного решения. Научные изыскания специфики биогенных ресурсов плодородия антропогеннно преобразованных почв и техногенных поверхностных образований, которые испытывают техногенное засоление, должны базироваться на информации природно-климатических особенностей солеобразования, его географии: в тундре, тайге, лесостепи, степи. Современные процессы засоления активизированы в аридных и полуаридных регионах, вблизи солевых болот, в местах добычи нефти, полиметаллических руд, складирования шламов, на полях орошении минерализованными водами, городских клумбах и газонах, где особенно активно развивается «солевая эрозия». Локальные, зональные, региональные аспекты этого явления, закономерности и механизмы проявления солевых профилей, солевого состава почв, пока до конца не ясны. Нет и единого ответа на объяснение всей совокупности солепроявления в почвах. Это важно в отношении понимания временной консервации и мобильности легко- и труднорастворимых солей. Как известно, пул легкорастворимых солей формирует сульфатно-содовое, хлоридно-сульфатное, сульфатно-хлоридное, хлоридное засоление. В северных широтах преобладает сульфатно-содовое засоление на слабоминерализованных грунтовых водах с хорошим стоком. В средних и южных широтах при засушливом климате, в том числе сибирском мегаполисе и за его пределами, преобладает хлоридное засоление на сильноминерализованных водах с плохим стоком. В свою очередь, легкорастворимые соли: хлориды, сульфаты, карбонаты также различаются по степени растворимости. Низкой растворимостью в воде отличаются карбонаты Ca и Mg, средней – сульфат Ca, высокой растворимостью – бикарбонат и карбонат Na, сульфаты Na и Mg, хлориды Ca, Mg, Na, а также нитраты Ca, Mg, Na. Солевые потоки, поступающие в почвы, могут иметь

комбинированный аэрогенный, гидрогенный, литогенный, педогенный, техногенный, агрогенный, урбаногенный характер.

В основе галогенеза почв Западной Сибири лежит палеогидроморфное засоление, исходное засоление почвообразующих или подстилающих пород, современный приток солей извне. Ионно-солевой профиль автоморфных почв образуется в результате галогеохимического почвообразовательного процесса, преобразования атмосферного водно-солевого потока в ходе испарительного концентрирования, осаждения труднорастворимых солей и метаморфизации в результате ионно-обменных процессов в поток засоленного почвенного раствора и грунтовых вод. Площадь гидроморфных почв засоленных почв относительно невелика. Гидроморфные почвы находятся в геохимическом подчинении у автоморфных, поэтому без решения проблемы галогенеза автоморфных почв нельзя говорить об удовлетворительном решении проблемы генезиса солей в почвах грунтового увлажнения. Близость первично засоленных почв Барабинской низменности (территория Западно-Сибирской равнины) и преобладающий эоловый перенос постоянно сопутствуют техногенному галогенезу.

Учитывая исходно низкую гумусированность и слабую буферность почв города и его окрестностей – генетическую предрасположенность почв к засолению, важно понимать, что потенциальная биогенность, биологическая активность почв, то есть совокупное действие биологических и биохимических процессов, связанных с жизнедеятельностью микрофлоры, фауны и растений, ограничены. Принимая во внимание информацию об аккумуляции загрязняющих веществ в антропогенно преобразованных почвах с последующим увеличением относительного содержания подвижных органо-минеральных соединений, повышением доли фульвокислот, изменением качества гумуса, усилением гидрофобности, изменением состояния глинистых минералов под влиянием ТМ, увеличением кислотности [3], следует ожидать мозаичный и нестабильный характер формирования пула биогенных плодородных ресурсов. В условиях техногенно деформированных сред (антропогенно преобразованные почвы и техногенные поверхностные образования) микробное население реагирует на комбинированное загрязнение усилением роста преимущественно адаптированных к рассолам форм, плотность протоплазмы которых ближе к концентрации окружающей среды. Стратегия выживания таких форм обеспечивается более медленным охлаждением среды обитания нежели пресная, что продлевает их вегетацию. Находясь в режиме лимитирования по азотсодержащему

субстрату или голодного ожидания, в составе выжившей микрофлоры доминируют нитчатые цианобактерии, мицелиальные актиномицеты и грибы с биологической спецификой медленного роста и энергоэкономным метаболизмом. Вместе с тем, широкое экофизиологическое разнообразие микробиоты свидетельствует о реализации микробиологической буферности почв в ответ на отклонение почвенной экосистемы от нормального функционирования. Дальнейшая судьба первичных и вторичных продуцентов микробобиомассы может быть информативной в отношении прогнозирования и устойчивости трендов накопления биогенных ресурсов плодородия и самоочистки в объектах техногенного засоления.

*Библиографический список*

1. *Артамонова В.С.,* Алябьева И.В., Смирнова Н.В. Биогенные экотоксиканты городских почв Сибири. – Сибирский экол.ж., № 2, 2009, с.269 – 277.

2. *Артамонова В.С.,* Дитц Л.Ю., Елизарова Т.Н., Лютых И.В. Техногенное засоление почв и их микробиологическая характеристика. – Сибирский экол.ж., № 3, 2010, с.461 – 470.

3. *Мотузова Г.В.* Загрязнение почв – наиболее опасный вид деградации биосферы // Материалы III Межд. науч. конф. «Современные проблемы загрязнения почв (24 – 28 мая 2010 г, Москва, МГУ), М.: МГУ, 2010, С.10 – 12.

## TECHNOGENIC SALINIZATION OF SOILS AND PROBLEMS OF BIOGENOUS

V.S. Artamonova

The work is devoted to the estimation of problems of biogenous of technogenically polluted soils, determined of trend soil investigations in West Siberia

Key words: soil salinization; pollution; microbes; cyanobacteria; fungi; mesophauna

УДК 591.9

# ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ ПЕРМСКОГО КРАЯ

Г.А. Воронов
Пермский государственный университет,
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15, e-mail: kafbop@psu.ru

В сообщении рассматривается видовое разнообразие позвоночных Пермского края. Приводятся сведения о фаунистических элементах, обилии, значении для человека и роли в жизни природы позвоночных (на примере млекопитающих).

Ключевые термины: биоразнообразие; фауна; фаунистическая характеристика; видовой состав; обилие.

Словосочетание биологическое разнообразие первым использовал Т. Бейтс в 1892 г. в классической работе «Натуралист на Амазонке». Ныне понятие «биоразнообразие» в широком смысле в какой-то мере синонимично «жизни на Земле» [1]. Последние 50-60 лет этот термин все чаще используется при характеристике фауны и флоры тех или иных регионов планеты, систематических таксонов, биологических (экологических) типов, видового состава биогеоценозов разного уровня и т. п.

В восьмидесятые годы XX века проблемы сохранения биоразнообразия привлекают внимание не только ученых, но и государственных деятелей. Так в ноябре 1988 года ЮНЕП Программа ООН по окружающей среде организовала Специальную рабочую группу экспертов по биологическому разнообразию с целью изучения необходимости разработки международной конвенции. В мае 1989 года, она учредила Специальную рабочую группу по техническим и правовым вопросам для подготовки международного правового документа в отношении сохранения и устойчивого использования биологического разнообразия.

С февраля 1991 года Специальная рабочая группа стала называться Межправительственным комитетом по ведению переговоров. Результатом работы комитета явилось проведение 22 мая 1992 года в Найроби, Кения, Конференции по согласованию текста Конвенции о биологическом разнообразии. Конвенция о биологическом разнообразии была подписана 5 июня лидерами 150 государств на историческом конгрессе «Планета Земля» в Рио-де-Жанейро в 1992 году.

© Г.А. Воронов, 2010

Задуманная как практический инструмент для претворения в жизнь принципов «Повестки Дня на 21 век», Конвенция призвана содействовать устойчивому развитию. Она была открыта для подписания до 4 июня 1993 года, на 90 день после ее ратификации 30 странами. На сегодняшний день ее ратифицировали 176 стран и Европейское сообщество.

Сохранение биоразнообразия в Прикамье, как и в других регионах основывается на серьезной правовой основе: «Конвенция о биологическом разнообразии», Постановление Правительства РФ от 1 июля 1995 г. № 669 «О мерах по выполнению Конвенции о биологическом разнообразии», федеральные Законы «Об охране окружающей природной среды» и «Об особых охраняемых природных территориях», региональные Законы «Об охране окружающей природной среды» и «О природном наследии населения Пермского края» [7].

Исследования и меры по сохранению биоразнообразия, на мой взгляд [7] могут реализовываться на разных уровнях: а) внутриорганизменном, б) организменном, в) популяционном, г) видовом, д) экосистемном (ландшафтно-биогеоценологическом).

При этом видовой уровень биоразнообразия обычно рассматривается как базовый, а вид является сходной единицей учета биоразнообразия [1].

Р.Уиттекер, К.Вильямс, Р.Филд (2001), «развивая концепцию биологического разнообразия, подчеркивают, что она основана на признании не только феномена богатства видов, но также и биогеографических причин, его обусловливающих, в том числе большое значение придается историческому фактору и пространству, в котором формируется разнообразие» [1, 460 с.]. Их взгляды о формах созвучно нашим представлениям об уровнях биоразнообразия. Они выделяют:

1) Альфа-разнообразие – разнообразие видов (видовое богатство), которое обычно выражается числом видов животных или растений на единицу площади в определенной стандартной выборке, часто внутри одного сообщества или местообитания (локальный уровень).

2) Бета-разнообразие – разнообразие видов в сообществах по градиентам факторов среды (по катене) в пределах ландшафта; это определенная степень различия в видовом составе между разными типами сообществ или местообитаний (ландшафтный уровень).

3) Гамма-разнообразие – разнообразие видов в пределах крупных регионов в соответствии с дифференциацией условий по

важнейшим географическим градиентам: широтному, высотному и градиенту «океан – суша». Накоплен определенный опыт оценки видового богатства на разных уровнях организации биоты, начиная от конкретных флор и фаун до флористических царств и фаунистических областей [1].

Анализируя информацию о биоразнообразии Пермского края, следует подчеркнуть, что исследователи этой территории большее внимание уделяли видовому составу организмов, при этом, пожалуй, наиболее полные сведения относятся к позвоночным животным.

Таблица 1

**Число видов позвоночных [2, 4, 6, 9, 10, 11]**

| *Класс* | *Число видов* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *Пермский край* | | *РФ* | | *Земля* | |
| | *абс.* | *% от РФ* | *абс.* | *% от Земли* | *абс.* | *%* |
| Рыбы | 43 | 14,3 | 300 (1400) | 5,3 | 5700 (20000) | |
| Амфибии | 10 | (3,1) | 41 | (7,0) | 2300 | |
| Рептилии | 7 | 3,2 | 218 | 3,4 | 6500 | |
| Птицы | 286 | 39,4 | 726 | 6,6 | 1100 | |
| Млекопитающие | 62 | 29,2 | 312 | 5,5 | 5700 | |
| Все | 408 | 31,9 (13,6) | 1597 (2997) | 18,9 (16,7) | 30200 (500200) | |

Начиная с 70-х годов XIX века многие ученые составляли списки либо всех позвоночных (Сабанеев, 1874; Воронцов, 1948; Чащин, 1960-1970-ые годы), либо публиковали сводки по отдельным группам [3, 5, 14]. Ряд статей опубликованы учеными Москвы (Н.В.Башенина, С.А.Шилова, Э.И.Коренберг) и других городов.

Некоторым классам животных повезло, так как их изучением занимались коллективы кафедр Пермских вузов. Так на кафедре зоологии позвоночных и экологии ПГУ сформировалась школа ихтиологов (ныне ее возглавляет профессор Е.А. Зиновьев), зоологи педагогического университета внесли огромный вклад в познание видового разнообразия птиц и рептилий (руководители профессор А.М.Болотников, А.И. Шураков и Н.А.Литвинов), сотрудники кафедры биогеоценологии и охраны природы Пермского университета опубликовали большое число работ по млекопитающим, амфибиям и рептилиям.

Попытки дать полный видовой перечень птиц края сделали И.В.Карякин, А.И.Шепель, С.А.Мандрица [12, 13].

Суммируя все известные нам сведения, можно дать представление о числе видов позвоночных животных Пермского края. На сегодняшний день установлено, что в Пермском крае обитает более 400 видов позвоночных (табл. 1).Фауна позвоночных края составляет примерно треть видов фауны России, а фауна России чуть менее 20 % мировой. Около 3 % видов РФ приходится на амфибий и рептилий Прикамья, птицы достигают почти 40 %, а звери 30 %. Фауна позвоночных РФ равна 3-7 % от мировой, что очень немного (особенно, если учесть территорию нашей страны).

Списки видов дают определенное представление о разнообразии животных, но не позволяют судить о специфике фауны той или иной территории. Вероятно, и об истории животного мира и о современных особенностях фауны можно судить, используя генетическую (от генезис – происхождение) и географическую (по современному ареалу) характеристики. Такие характеристики были нами разработаны для всех видов позвоночных животных края. Учитывая громадный объем материала в настоящем сообщении, мы ограничились информацией только о млекопитающих (таблица 2). Следует также иметь в виду, что видовой список включает сведения об обилии (в баллах), а также о роли которую играют виды в жизни человека и природы [6].

Помимо зверей, обитающих в наших лесах, полях, на лугах и ведущих «дикую» жизнь в насленных пунктах, несколько видов содержится человеком хозяйственных и научных целях. Такие виды перечислены в табл. 3. При этом мы называем только виды, списки же культивируемых в области пород читатель может найти в специальной зоотехнической литературе. Иногда название одомашненной формы не совпадает с названием исходной «дикой», в таких случаях в скобках приводится название вида, аналогичное или то же самое, что и в таблице 2.

Таблица 2

**Видовой состав млекопитающих Пермской области**

| № пп. | Вид | Фаунистическая характеристика | | | Обилие вида | Роль в жизни человека | Отношение человека к виду |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | по месту происхождения | по распространению | по предпочитаемым угодьям | | | |
| 1 | Еж обыкновенный | Европа, Сев. Америка | Европа, Дальн. Восток | Смешанные хвойно-широколиственные леса | Редок | Истребляет беспозвоночных, амфибий, мышевидных млекопитающих | |
| 2 | Крот обыкновенный | Европа | Европа, Зап. Сибирь | Лесолуговые участки, разреженные смешанные леса | Обычен, в некоторые годы очень многочислен | Истребляет беспозвоночных (чаще дождевых червей), дает второстепенную пушнину | Объект промысловой охоты |
| 3 | Крошечная бурозубка | Вост. Европа, Сибирь | Европа, Сев. Азия | Нарушенные участки темнохвойных лесов, смешанные леса | Редок | Истребляет беспозвоночных, поедает семена хвойных (зимой) | |
| 4 | Малая бурозубка | » | » | » | Обычен | Истребляет беспозвоночных, поедает семена хвойных (зимой), прокармливает клещей | |
| 5 | Средняя бурозубка | Сибирь | » | Темнохвойные и смешанные леса, березники, ивняки, ольховники вдоль рек | Обычен, в некоторые годы очень многочислен | Истребляет беспозвоночных, поедает семена хвойных (зимой), кормит клещей | |
| 6 | Обыкновенная бурозубка | » | » | » | » | » | |

Продолжение табл. 2

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | Тундряная бурозубка | Сибирь, Сев. Америка | Сев. Азия, Сев. Америка | Лесолуговые участки, вырубки | Редок | Истребляет беспозвоночных, поедает семена хвойных (зимой) | |
| 8 | Равнозубая бурозубка | Сибирь | Северо-восток Европейской части СССР, Сев. Азия | Темнохвойные леса | Местами обычен | » | |
| 9 | Водяная кутора | Европа, Сибирь | Европа, Сев. Азия | Берега лесных водоемов, заросли кустарников и высокотравья | Редок | Истребляет беспозвоночных | |
| 10 | Водяная ночница | Европа, юг Сибири, Сев. Монголия | Европа, Сибирь, Дальн. Восток, Сев. Монголия | Дуплистые деревья долинных лесов, чердаки населенных пунктов, кормится чаще всего недалеко от водоемов | Обычен | Истребляет ночных летающих беспозвоночных | |
| 11 | Усатая ночница | Европа, Азия | Европа, юг Ср. и Зап. Сибири, Ср. и Юж. Азия | Дупла деревьев, чердаки, щели скал, норы в обрывистых берегах | Обычен | Истребляет ночных летающих беспозвоночных | |
| 12 | Прудовая ночница | Европа | Европа, Зап. Сибирь | Дупла деревьев, чердаки, кормится над водоемами | » | » | |
| 13 | Ушан | Европа, Азия | Европа, Зап. Сибирь и юг Ср. Сибири, Ср. и Юж. Азия | Чердаки, дупла деревьев, пещеры | Редок | » | |

Продолжение табл. 2

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 14 | Северный кожанок | Центральная и Восточная Европа, Азия | Европа, Средняя Азия, Сибирь | Чердаки, трещины скал | Обычен | » | |
| 15 | Двухцветный кожан | Европа, Азия | Европа, горы Ср. Азии, юг Сибири, Дальн. Восток | Чердаки, щели под обшивкой стен, дупла деревьев | Очень редок | » | |
| 16 | Рыжая вечерница | » | Европа, Ср. и Юж. Азия, Зап. Сибирь | Лиственные леса, дупла деревьев, иногда чердаки | » | » | |
| 17 | Волк | Европа, Азия, Сев. Америка | Европа, Азия, Сев. Америка | Самые разнообразные угодья, избегают лишь сплошной тайги | Редок, в некоторых районах в отдельные годы многочислен | Уничтожает домашний скот, диких животных, может быть источником бешенства | Истребляется повсеместно в течение всего года |
| 18 | Обыкновенная лисица | » | Европа, Азия (кроме крайнего юга), Сев. Америка | Самые разнообразные угодья, предпочитает лесостепные, лесолуговые участки, смешанные и разреженные рубкой леса | Обычен, в некоторых районах многочислен | Дает ценную шкурку, истребляет грызунов, местами вредит, уничтожает дичь и домашнюю птицу | Объект промысловой и спортивной охоты |

Продолжение табл. 2

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 19 | Песец | Берега и острова Сев. Ледовитого океана | Север Европы, Азии и Америки | Тундра и лесотундра. В Пермский край заходит в некоторые годы во время зимних кочевок | Очень редок | Дает ценную шкурку, истребляет грызунов | |
| 20 | Енотовидная собака | Юго-Восточная Азия | Юго-Восточная Азия. В СССР – юг Дальнего Востока, акклиматизирован во многих районах Европейской части СССР и Кавказа | Долины рек, заросшие кустарники; увлажненные смешанные и лиственные леса | Редок | Дает шкурку, уничтожает мелких грызунов, амфибий, яйца и птенцов птиц, может быть источником бешенства | Объект промысловой охоты, вредитель охотничьего хозяйства |
| 21 | Бурый медведь | Европа, Азия, Сев. Америка | Европа, горы Сев. Африки, Азия (к югу до Гималаев), Сев. Америка | Большие массивы лесов | Редок, в некоторых районах обычен | Дает сравнительно недорогую шкуру, иногда в некоторых районах уничтожает домашний скот | Объект спортивной охоты, иногда уничтожается как вредитель животноводства |

Продолжение табл. 2

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 22 | Рысь | Европа, Азия, Сев. Америка, Сев. Азия | Европа, Азия (на юг до Гималаев), Сев. Америка | Темнохвойные, смешанные и широколиственные леса | » | Может вредить охотничьему хозяйству, уничтожая лосей, зайцев, боровую дичь | Объект промысловой охоты |
| 23 | Барсук | Европа и Азия | Европа и Азия, кроме северных частей и территорий к югу от Гималаев | Самые разные угодья, предпочитает лесолуговые, лесостепные участки, смешанные леса | Обычен, местами редок | Дает шкурку, жир, используемый в народной медицине, уничтожает грызунов, амфибий, насекомых, яйца и птенцов наземногнездящихся птиц | Объект промысловой и спортивной охоты |
| 24 | Росомаха | Европа, Азия, Сев. Америка | Европа, Азия, Сев. Америка | Таежные леса, криволесье, гольцовый пояс гор; горные леса восточных районов Пермского края | Редок | Уничтожает копытных зверей (лосей, косуль) и других охотничьих животных (зайцев, боровую дичь) | Объект промысловой охоты |
| 25 | Лесная куница | Европа | Европа, запад Зап. Сибири | Разнообразные леса, особенно долинные | Обычен, в некоторые годы в отдельных районах многочислен | Дает ценную шкурку, уничтожает грызунов (белок, полевок, мышей) | Объект промысловой охоты |
| 26 | Соболь | Сибирь | Сев. Урал, Сибирь, Дальн. Восток | Таежные леса, каменистые россыпи в тайге | Редок, встречается только в северно-восточных районах | Дает ценную шкурку, уничтожает грызунов (белок, полевок, мышей) | Объект промысловой охоты |

Продолжение табл. 2

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 27 | Ласка | Европа, Азия, Сев. Америка | Европа, Сев. Африка, Азия, Сев. Америка | Разнообразные угодья, тяготеет к лесопольным и лесолуговым участкам | Обычен, в некоторые годы многочислен | Истребляет мелких «мышевидных» млекопитающих | |
| 28 | Горностай | Европа, Азия, Сев. Америка | Европа (кроме Средиземноморья), Азия (к югу до Гималаев), Сев. Америка | Разнообразные угодья, предпочитает заросли кустарников и леса в долинах рек | Обычен | Дает ценную шкурку, истребляет много грызунов | Объект охоты |
| 29 | Колонок | Сибирь | Урал, Сибирь, Дальн. Восток (нет на Камчатке и островах Тихого океана) | Лесные угодья в долинах рек | Редок | » | » |
| 30 | Светлый хорек | Европа, Центр. и Ср. Азия | Европа, запад Зап. Сибири, Ср. и Центр. Азия | Степные и лесолуговые участки | Редок, встречается только на юге области | Дает шкурку, истребляет грызунов | » |
| 31 | Черный хорек | Европа | Европа (отсутствует в Крыму), Урал | Лесолуговые, лесопольные, лесостепные участки | Редок, встречается в южной половине края | » | » |

Продолжение табл. 2

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 32 | Европейская норка | » | Европа, кроме крайнего севера и самых южных районов | Берега водоемов, заросшие лесом | Редок, местами обычен | Истребляет мышевидных зверьков, рыбу, раков, моллюсков, насекомых, дает ценную шкурку | » |
| 33 | Выдра | Европа, Азия | Европа и Азия (кроме крайнего севера, Индокитая и Аравии), Сев. Африка | Берега пресных водоемов (у Мурманска живет и на берегу моря) | » | » | Объект охоты |
| 34 | Косуля | Европа, Сев. Азия | Европа, Ср. Азия, Сибирь, часть Дальн. Востока | Разреженные смешанные леса, иногда заходит в восточные районы Пермского края | Очень редок | Дает мясо, кожу (шкуру) | Охота запрещена в течение всего года |
| 35 | Северный олень | Северные области Европы, Азии, Сев. Америки | Север Европейской части СССР, Сев. Азия, Сев. Америка | Тундра, тайга | Очень редок, заходит иногда в северные районы края | Дает мясо, кожу (шкуру) | Охота запрещена в течение всего года |
| 36 | Лось | Европа, Азия, Сев. Америка | Европа, Азия, Сев. Америка | Сырые разреженные насаждения, смешанные леса, вырубки | Обычен, в некоторых районах многочислен | » | Объект охоты |

Продолжение табл. 2

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 37 | Заяц-беляк | Европа, Сев. Азия | Европа, Сев. Азия, возможно Сев. Америка | Лесопольные участки, вырубки, гари, разреженные рубкой леса | Обычен | Дает мясо, шкурку, обгрызает побеги лиственных (реже хвойных деревьев), может быть источником некоторых болезней (туляремия и др.) | Объект охоты |
| 38 | Заяц-русак | Европа | Европа, Казахстан, Зап. Сибирь | Луговые, степные участки, вырубки, поля | Редок | Дает мясо, шкурку | Объект спортивной охоты |
| 39 | Летяга | Сибирь | Европа, Сибирь, Дальн. Восток | Смешанные и лиственные леса | » | Дает шкурку | » |
| 40 | Белка | Европа, Сибирь | » | Темнохвойные и смешанные леса | Обычен, в некоторые годы многочислен | Дает шкурку, может участвовать в очагах клещевого энцефалита как прокормитель клещей | Объект промысловой охоты |
| 41 | Бурундук | Юго-восток Азии | Вся северная и восточная Азия, Урал, север Европейской части СССР | Леса разных типов | Редок, в восточных районах края обычен | Дает шкурку, может участвовать в очагах клещевого энцефалита как прокормитель клещей | |
| 42 | Лесная мышовка | Европа, Сев. Азия | Европа, юг Зап. и Ср. Сибири, Забайкалье | Лесолуговые, лесопольные и лесостепные участки | Редок | Питается насекомыми, семенами трав | |

Продолжение табл. 2

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 43 | Хомяк | Европа | Европа, юг Зап. И восток Ср. Сибири | Степные, лесолуговые участки, поля, опушки лесов | Обычен, местами многочислен | Дает второстепенную пушнину, вредит с/х культурам | На полях и в огородах ведется борьба |
| 44 | Серая крыса, пасюк | Восточный Китай | Практически весь земной шар | Жилые и хозяйственные постройки, летом может встречаться по берегам ручьев и рек | Обычен или многочислен | Вредит в хозяйственных и жилых помещениях, участвует в передаче и распространении многих болезней | Ведется интенсивная борьба |
| 45 | Домовая мышь | Европа | Практически весь земной шар | Жилые и хозяйственные постройки, летом может выселяться на поля и в огороды | Обычен или многочислен | » | » |
| 46 | Полевая мышь | Европа, Сев. Азия | Европа, Зап. Сибирь и юг Ср. Сибири, Дальн. Восток, Китай | Лесолуговые и лесопольные участки | Обычен, осенью бывает многочислен на полях | Вредитель зерновых посевов, участвует в распространении болезней, кормовой объект пушных хищников | На полях ведется борьба |
| 47 | Лесная мышь | Европа | Европа, Зап. Сибирь, Казахстан, Ср. Азия | Лесолуговые и лесопольные участки, смешанные редкостойные леса | Многочислен, особенно на полях осенью | Вредитель зерновых посевов, участвует в распространении болезней, кормовой объект пушных хищников | На полях ведется борьба |

Продолжение табл. 2

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 48 | Мышь-малютка | Европа, Сев. Азия | Европа, Сибирь, Забайкалье, юг Дальнего Востока | Луговые участки с пышным травостоем, особенно злаковым, поля зерновых | Обычен, в некоторые годы многочислен | » | » |
| 49 | Водяная полевка(водяная крыса) | » | Европа, Сибирь, Казахстан, Алтай, Сев. Монголия | Травянистые и кустарниковые заросли вдоль рек и ручьев; осенью – поля и огороды | Обычен, в некоторые годы редок, в последние десятилетия изредка в отдельных районах бывает многочислен | Дает второстепенную пушнину, вредит посевам, участвует в очагах туляремии | В огородах ведется борьба |
| 50 | Ондатра | Сев. Америка | Сев. Америка, акклиматизирован в Европе, Сев. Азии | Водоемы с обильной водной и прибрежной растительностью | Обычен, местами многочислен | Дает шкурку; мясо может использоваться в пищу | Объект промысловой охоты |
| 51 | Полевка-экономка | Европа, Сибирь | Европа, Сибирь, Дальний Восток | Лесолуговые участки, приручьевые леса и заросли кустарников | Обычен | На полях и огородах может вредить посевам, участвует в очагах туляремии и других болезней, кормовой объект пушных хищников | На полях и в огородах ведется борьба |

Продолжение табл. 2

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 52 | Пашенная (темная) полевка | Европа, Сибирь | Европа, Сибирь | Лесолуговые участки, поля, смешанные леса | Редок | » | » |
| 53 | Обыкновенная (серая) полевка | Европа | Европа, Зап. И Ср. Сибирь, Казахстан, Ср. Азия | Поля, степные, луговые участки, вырубки, разреженные участки лесов | Многочислен | Вредитель с/х культур, участвует в распространении многих болезней, кормовой объект пушных хищников | » |
| 54 | Рыжая полевка | » | Европа, Зап. Сибирь, Алтай, горы Ср. Сибири | Смешанные и широколиственные леса, лесолуговые и лесопольные участки | » | Вредит лесным посадкам, кормовой объект пушных хищников | Ведется борьба на полях и в лесопитомниках |
| 55 | Красная полевка | Сибирь | Сев.-Вост. Европа, Сев. Азия, возможно, Сев. Америка | Хвойные и смешанные леса | Редок | Местами вредит лесным посадкам, кормовой объект пушных хищников | Ведется борьба в лесопитомниках |
| 56 | Красно-серая полевка | Сибирь | Сев.-Вост. Европа, Сев. Азия | Предпочитает нарушенные хвойные леса, их гари и вырубки | Редок | Местами вредит лесным посадкам, кормовой объект пушных хищников | Ведется борьба в лесопитомниках |
| 57 | Лесной лемминг | Европа, Сибирь | » | Моховые болота в тайге, моховые таежные леса | Очень редок | Дополнительный кормовой объект пушных хищников | |

Окончание табл. 2

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 58 | Речной бобр | Европа, Азия, вероятно, Сев. Америка | Реакклиматизирован во многих областях Европейской части СССР, одно поселение сохранилось в Монголии | Небольшие лесные реки и речки | Редок | Дает ценную шкурку, мускус (бобровую струю) | Объект ограниченного лицензионного отлова и отстрела |
| 59 | Садовая соня | Европа | Европа | Сады, лиственные и хвойно-широколиственные леса, в Пермском крае – только в юго-западных районах | Очень редок | Питается семенами, ягодами, насекомыми | |

Таблица 3

**Виды млекопитающих, разводимых человеком**

| № п.п. | Вид | Состояние | Назначение |
|---|---|---|---|
| 1 | Лошадь | одомашнена | Транспортное средство, дает мясо, кожу, молоко |
| 2 | Свинья | одомашнена | Дает мясо, сало, щетину |
| 3 | Корова | одомашнена | Дает молоко, мясо, кожу |
| 4 | Коза | одомашнена | Дает молоко, мясо, кожу, шкуру |
| 5 | Овца | одомашнена | Дает мясо, шерсть |
| 6 | Марал | разводится в неволе | Объект элитарных охот в двух районах края |
| 7 | Кролик | одомашнена | Дает мясо и мех |
| 8 | Нутрия | полуодомашнена | Дает мясо и мех |
| 9 | Хомячок сирийский (золотистый) | лабораторная раса | Используют в медицинских и биологических экспериментах, любители держат из эстетических и познавательных побуждений |
| 10 | Хомячок джунгарский | лабораторная раса | Используют в медицинских и биологических экспериментах, любители держат из эстетических и познавательных побуждений |
| 11 | Крыса белая (серая) | лабораторная раса | Используют в медицинских и биологических экспериментах, любители держат из эстетических и познавательных побуждений |
| 12 | Мышь белая (домовая) | лабораторная раса | Используют в медицинских и биологических экспериментах, любители держат из эстетических и познавательных побуждений |
| 13 | Собака | одомашнена | Используется для охоты и охраны объектов в качестве ищеек, часть пород имеет декоративное (эстетическое) значение |
| 14 | Кошка | одомашнена | Содержат в эстетических целях, в некоторых постройках и жилье человека для отлова вредных грызунов |

Таким образом, в Пермском крае насчитывается 16 одомашненных, полуодомашненных и лабораторных видов млекопитающих. До 90-х годов XX столетия в Пермском крае разводили полуодомашненных хищных зверей: песца, черно-серебристую (обыкновенную) лисицу, американскую норку. Так, только одно ныне уничтоженное зверохозяйство на окраине г. Перми давало в год более 100 000 шкурок этих видов.

Вышеприведенные материалы позволяют сделать некоторые выводы:

1. Фауна позвоночных Пермского края составляет почти треть от числа видов, обитающих в России.

2. Из более, чем 400 видов позвоночных, обитающих в Камском Приуралье имеют существенное хозяйственное значение более четверти.

3. Среди таких животных периодически могут быть вредителями более 30 видов млекопитающих, несколько видов птиц.

4. Объектами охоты служат 35 млекопитающих около 50 видов птиц.

5. Следует упомянуть об эпидемиологическом значении позвоночных. Так, в качестве прокормителей переносчиков или резервуарами вируса клещевого энцефалита служат более 250 видов. Кроме того многие позвоночные играют существенную роль в природных очагах боррелиоза, туляремии, уральской геморрагической лихорадки, бешенства, гельминтозов и ряда других заболеваний.

***Библиографический спи сок:***

1. *Абдурахманов Г.М*., Д. А. Криволуцкий, Е.Г. Мяло, Г.Н. Огуреева. Биогеография. М., издат. Центр «Академия», 2003, 476 стр.

2. *Ананьева Н.Б*., Л.Я. Боркин, И.С. Даревский, Н.Л. Орлов. Земноводные и пресмыкающиеся. Энциклопедия природа России. М., издат. ABF, 1998, 576 стр.

3. *Бакиев А.Г.,* В.И. Гаранин, Н.А. Литвинов и другие. Змеи Волжско-Камского края. Самара, издат. Самарского научного центра РАН, 2004, 192 стр.

4. *Беме Р.Л.*, В.Л. Динец, В.Е. Флинт, А.Е. Черенков. Птицы. Энциклопедия природы России. М., издат. ABF, 1996, 430 стр.

5. *Воронов Г.А*. География мелких млекопитающих Южной Тайги Приуралья, Средней Сибири и Дальнего Востока

(антропогенная динамика фауны и населения). Пермь, издат. Пермского университета, 1993, 224 стр.

6. *Воронов Г.А*., Л.Е. Перминов. О млекопитающих Пермской области. В кн.: В помощь учителю, биологии, природоведения и химии. Пермь, 1972, стр. 62-79.

7. *Воронов Г.А*., С.П. Стенно. Выполнение конвенции о биологическом разнообразии в Прикамье. В кн.: Микробное разнообразие: состояние, стратегия сохранения, экологические проблемы. Тезисы докладов международной конференции. Институт экологии и генетики микроорганизмов УрОРАН, Пермь, 1996, стр 23-24.

8. *Воронцов Е.М*. Птицы Камского Приуралья (Молотовской области). Горький, Горьковский государственный университет, 1949, 114 стр.

9. *Гептнер В.Г.* Общая зоогеография. М., - Ленинград, гос. издат. биологической и медицинской литературы, 1936, 548 стр.

10. *Дарлингтон Ф*. Зоогеография. Географическое распространение животных. М., издат. «Прогресс», 1966, 520 стр.

11. *Динец В.Л.,* Е.В. Ротшильд. Звери. Энциклопедия природы России. М., издат. ABF, 1996, 344 стр.

12. *Карякин И.В*. Конспект фауны птицы Пермской области. Пермь, издат. «Альфа», 262 стр.

13. *Мандрица С.А*., А.И.Шепель. Биоразнообразие и экология позвоночных. Пермь, 2007, 64 стр.

14. *Юшков Р.А*., Г.А. Воронов. Амфибии и рептилии Пермской области (предварительный кадастр). Пермь, издат. Пермского университета, 1994, 160 стр.

SPECIFIC VARIETY OF VERTEBRATE ANIMALS OF THE PERM EDGE

G.A. Voronov
Perm State University, 614990, Perm, street Bukireva, 15,
e-mail: kafbop@psu.ru

In the message a specific variety vertebral the Perm region is considered. Data on faunistic elements, an abundance, value for the person and a role in life of the nature vertebral (on an example of mammals) are resulted.

Keywords: a biodiversity; fauna; the faunistic characteristic; specific structure; an abundance.

УДК 581.9(47+572):001.11+502.7

# ДИНАМИКА ФИТОБИОРАЗНООБРАЗИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ЛАНДШАФТОВ (ХРОНОЛОГИЧЕСКИЙ, ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ, ЭКОТОПОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТЫ)

Н.Г. Ильминских
Тюменская государственная сельскохозяйственная академия,
625003, г. Тюмень, ул. Республики, 7

На основе урбанофлор Вятско-Камского междуречья впервые установлены общие закономерности урбанофлорогенеза и показаны особенности городских флор.

Ключевые слова: урбанофлора, растительный покров, городская среда, урбанизация.

1. Разработанная методология изучения городской флоры базируется на сплаве концепций системного подхода, историзма, соотношения "искусственное-естественное", теорий поля и островной биогеографии.

В качестве уровней исследования выбраны макро- и мезоуровни, позволяющие анализировать объект исследования – городскую флору – в трёх отношениях: историко-динамическом (хронологический аспект проблемы), ландшафтном и внутриландшафтном, или экотопологическом (локально-пространственный аспект) и зонально-географическом (регионально-пространственный аспект).

2. Необходимыми компонентами препарации объекта в историко-динамическом отношении (хронологический аспект проблемы) является выявление исторической динамики былой геосреды и постепенная трансформация её в урбанизированную (городскую) среду, комплексная экологическая оценка этой качественно новой среды, восстановление былого состояния флоры и сопоставление ее с современной городской флорой. При сопоставлениях исторической и современной городских флор достигнута их эквивалентность по уровню изученности, в территориальном, таксономическом, историко-генетическом и хронологическом отношениях. В результате разработки методического обеспечения сопоставимости флор, вычленены понятия "искусственная флора" и "естественная флора", а также "восстановленная городская флора", "сводная историческая городская

© Н.Г. Ильминских, 2010

флора", "локальная историческая городская флора" (ЛИФ), "локальная современная городская флора" (ЛСФ), потенциальная городская флора. С ЛСФ могут быть корректно сопоставлены ЛИФ и потенциальная городская флора.

3. Основные тенденции хронологического аспекта урбанизации флоры выявлены посредством сопоставления ЛИФ и ЛСФ городов Киров (Вятка), Глазов, Ижевск, Сарапул, Елабуга и Казань. ЛИФ составлены посредством редукции состава сводных исторических городских флор (все данные с XVIII в. по 1920-е гг.), соответствующие 20-летним хронологическим "срезам" по состоянию на 1900-1920 гг. В ЛСФ также сведены данные 20-летних отрезков непрерывного флорогенеза – с 1970 по 1990 г. Сопоставляемые флоры, приведенные во всех отношениях в эквивалентное состояние, насчитывают: Киров – 683 вида (ЛИФ) и 899 видов (ЛСФ), Глазов – соответственно 429 и 855, Ижевск – 1099 (ЛСФ), Сарапул – 630 и 966, Елабуга – 355 (ЛИФ, выявлена не полностью) и 858, Казань – 761 и 1003.

4. За прошедшие 50-70 лет флора городов кардинально изменилась: в Кирове 87 видов исчезло, появилось 303 новых вида, в Глазове – соответственно 26 и 452, в Сарапуле – 46 и 382, в Казани – 151 и 392. Результирующим двух разнонаправленных процессов: убыль таксонов (вымирание) и прибыль таксонов (иммиграция + гибридогенез), - становится значительное повышение таксономического богатства городских флор.

Этот результат нельзя отнести на счёт чисто искусственных причин, как повышение уровня изученности, более дробное понимание объема видов в последние десятилетия и более тщательное выявление гибридов. Действительно, в каждом из городов повышение видового богатства ЛСФ по сравнению с ЛИФ за счет таких искусственных факторов составляет в среднем лишь около сотни видов, без учёта которых даже довольно подробно изученные ЛИФ (Казань, Киров, Сарапул) всё же оказываются беднее соответствующих ЛСФ в среднем на 250-300 видов [13]. Природные ЛФ также беднее современных городских флор, будучи близки в отношении видового богатства к ЛИФ.

Сравнение наших результатов с таковыми в других городах затрудняет почти полное отсутствие сопоставимых данных. Тем не менее, отрывочный материал позволяет утверждать, что в ходе урбанизации флоры видовое богатство возрастает и в других регионах нашей страны. В городах Англии [27; 31] и Центральной Европы [34]

видовое богатство в целом также возрастает. Однако, в ряде зарубежных городов за последние 100-150 лет видовое богатство флоры несколько понизилось.

Если не брать случаи с заведомо несопоставимыми данными, причина противоположных тенденций, по-видимому, заключается в том, что разные городские флоры находятся на разных стадиях флорогенеза.

Таким образом, для генезиса изученных нами городских флор присуще соотношение "иммигранты > эмигранты". Для ЛФ сельских населённых пунктов [3; 9] и заповедных территорий [35] также констатировано соотношение "иммигранты < эмигранты". Одинаковые тенденции динамики флоры в столь разных условиях вызваны тем, что скорость иммиграции новых видов отстает от скорости вымирания видов, но причины такого отставания разные. До контуров заповедных и сельских флор, если они удалены от основных магистралей, "иммиграционная волна" еще не дошла. Города нашего региона, имея высокую степень "транспортной открытости", по-видимому, именно в настоящий момент переживают натиск основной "иммиграционной волны". Европейские города, в отличие от наших, эта волна уже покинула. Большинство адвентивных видов растений, которые имели шансы быть занесенными в Европу, эту возможность уже реализовали [30]. Ещё А. Теллунг, установив факт насыщения основных европейских центров заносными видами, прогнозировал, что "в других, менее культурных частях Европы результаты для адвентивной флористики окажутся более благоприятными" [37]. Более того, в европейских городах усиливаются процессы вымирания археофитов и давно занесенных неофитов [28; 36], а занос новых видов существенно сокращается также в силу более совершенных способов транспортировки грузов [26].

Со времен А. Гумбольдта установлена общепланетарная закономерность, согласно которой видовое богатство флор возрастает от полярных областей к тропикам. Е. В. Вульф [5] уточнил, а В. М. Шмидт [21; 22] описал для европейской части СССР эту закономерность математически, благодаря чему появилась возможность прогнозирования как этого, так и других количественных показателей флоры [23]. Изученные нами природные ЛФ Удмуртии в целом хорошо вписываются по изменчивости своих параметров в описанные В. М. Шмидтом закономерности, их количественные параметры легко поддаются прогнозированию, причём процент

осуществления прогноза оказывается весьма высоким [15; 16]. Нами показана также возможность использования в городской флористике закономерностей географического изменения основных параметров флоры, в т. ч. и прогнозирования [29]

Из сопоставления прогнозированных значений с фактическими вытекают следующие выводы. Во-первых, современные городские флоры значительно богаче по числу видов, чем ожидаемые значения видового богатства для природных ЛФ тех же широт. Во-вторых, видовой состав исторической флоры Елабуги выявлен менее, чем на половину, Глазова - на 2/3, Сарапула - на 9/10. В третьих, то обстоятельство, что наиболее полно изученные ЛИФ Казани и Кирова оказались даже богаче ожидаемых значений, очевидно, является следствием изначально завышенных значений видового богатства в силу рубежного положения городов, т. е. является выражением естественной компоненты урбаноэкотона. В-четвёртых, по показателю видового богатства современные городские флоры оказываются как бы смещёнными в южном направлении на 5-10°, т. е. на 500-1000 км, что согласуется со сдвигами в климатических характеристиках городской среды.

5. Резко пониженные позиции высших споровых и голосеменных в современных городских флорах также выражают их более южный характер. Поскольку общая тенденция состоит в существенном повышении роли "тайнобрачных" к экватору, здесь и далее "южный характер" следует ограничить рамками европейской части страны, подразумевая под этим повышение термоксерических черт. Понижение роли высших споровых и голосеменных в современных городских флорах в значительной мере обусловлено относительным повышением числа покрытосеменных. Абсолютные же потери не очень велики: в Кирове и Сарапуле исчез *Cystopteris sudetica* A. Br. et Milde, в Казани вымерли *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart., *Diphasiastrum complanatum* (L.) Holub, *Dryopteris cristata* (L.) A. Gray, *Thelypteris palustris* Schott, *Abies sibirica* Ledeb.

Процент спайнолепестных от числа двудольных, возрастая в "дериватных" (более молодых, прогрессивных) флорах, в экстремальных условиях подвержен уменьшению, отражая, по-видимому, недостаток в таких условиях насекомых-опылителей [22]. Уменьшение этого показателя в современных городских флорах также может быть следствием качественного и количественного уменьшения в условиях города антофильных насекомых.

6. Рассмотрение головной части семейственных спектров флор обнаруживает согласные тенденции во всех городах. Возрастание в современных городских флорах обобщенного показателя - процента 10 ведущих семейств - можно объяснить замечанием А. И. Толмачёва [20], согласно которому этот показатель существенно возрастает в экстремальных условиях развития флоры.

Характерной особенностью Бореальной флористической области, к которой относятся все изученные нами флоры, является "подчеркнуто преобладающее положение трёх больших семейств - сложноцветных, злаков и осоковых, значительно <<отрывающихся>> по численности видов от всех остальных" [20]. Из сравниваемых нами флор эту особенность сохраняют природные ЛФ и ЛИФ городов Сарапула и Казани, а в ЛИФ Кирова и Глазова осоковые уже сместились вниз на 1-2 места.

В ЛСФ первые два семейства сохранили свои позиции и даже упрочили их, что видно из сопоставления их процентного обилия в ЛИФ и ЛСФ, а также с ЛФ природных флор. Семейство Cyperaceae сильно сдаёт свои позиции в городской флоре, опускаясь на 6-8 места. Учитывая, что "относительное разнообразие Cyperaceae ... возрастает к северу" [18], и экстраполируя наши данные на составленную Л. И. Малышевым [18] картосхему процентного обилия в природных флорах видов этого семейства, можно заключить, что и по этому показателю ЛСФ городов соответствуют значительно более южным широтам (примерно широте Астрахани). Такой же вывод следует и из рассмотрения процентного обилия Brassicaceae. Усиление позиций Asteraceae, Poaceae и Brassicaceae в городской флоре можно объяснить тяготением этих семейств к экстремальным условиям обитания [18]. Роль термоксерофильных семейств (Fabaceae, Chenopodiaceae, Polygonaceae, Apiaceae) и семейств, тяготеющих к экстремальным условиям обитания (Asteraceae, Poaceae, Brassicaceae) в городских флорах возрастает, роль гигрофильных и термофобных, т. е. тяготеющих к северу семейств (Cyperaceae, Caryophyllaceae, Scrophulariaceae, Ranunculaceae, Rosaceae, Salicaceae) - падает.

Роль семейства Lamiaceae с противоречивой экологией (термо- и гигрофильность) в ЛСФ городов несколько понизилась. Очевидно, для представителей Lamiaceae более существенно приобретение городской средой ксерических черт, чем ее повышенные температурные параметры.

Наконец, коротко остановимся на динамике семейства Orchidaceae, хотя и не входящего в ведущую десятку, но традиционно рассматриваемого как тестовый объект, болезненно реагирующий на антропогенное воздействие и, особенно, на урбанизацию. Процентное обилие этого семейства существенно сократилось во всех ЛСФ по сравнению с ЛИФ. В Казани исчезло 9 видов орхидных из 16, в Глазове - 5 из 10, в Сарапуле - 2 из 8.

Систематическая структура флоры в условиях урбанизации приобретает более "южный" облик. Об этом же свидетельствует и индекс пары семейств Asteraceae/Cyperaceae (A/Cy), повышающийся в южном направлении [22] и возрастающий в ЛСФ по сравнению с ЛИФ.

Изменение двух показателей: процента однодольных от цветковых и индекса Asteraceae/Poaceae (A/Po) - не согласуется с ожидаемой тенденцией.

.

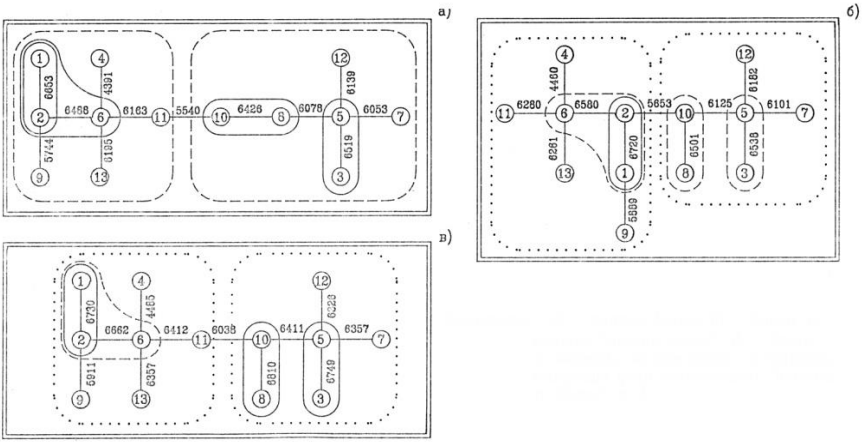



**Рис. 1. Дендриты "максимального корееляционного пути" сравниваемых флор**
Примечание: а) - полные флоры; б) - флоры за вычетом "мелких видов"; в) - флоры за вычетом "мелких видов" и гибридов. Нумерация флор: 1. ЛФ с. Люм Глазовского района Удмуртии; 2. ЛФ д. Оленье Болото Сарапульского р-на Удмуртии; 3. ЛСФ г. Елабуга; 4. ЛИФ г. Елабуга; 5. ЛСФ г. Сарапул; 6. ЛИФ г. Сарапул; 7. ЛСФ г. Ижевск; 8. ЛСФ г. Глазов; 9. ЛИФ г. Глазов; 10. ЛСФ г. Киров; 11. ЛИФ г. Киров; 12. ЛСФ г. Казань; 13. ЛИФ г. Казань.

Согласно понижению доли Liliopsida во флорах при движении к югу и повышению значений индекса A/Po в этом же направлении, можно бы ожидать, что в ЛСФ понизятся значения первого и повысятся - второго. Однако, роль однодольных во всех современных городских флорах, кроме Казани, существенно возрастает, а индекс A/Po - уменьшается. Объяснение кроется в аномально высоких позициях, которые занимают в ЛСФ злаки.

Резко возросло в современных флорах и их абсолютное число: в Елабуге с 29 до 80 видов, в Сарапуле - с 40 до 105, в Глазове - с 26 до 96, в Кирове - с 63 до 96, и в Казани - с 62 до 109.

7. Различия в составах вымирающих и иммигрирующих таксонов приводят к уменьшению сходства флор разных городов по мере их исторического развития. Результаты получены посредством сравнения всех флористических списков с расчётом коэффициента сходства Жаккара Kj (рис. 1). Значения Kj показывают, что за прошедшие 50-70 лет флоры, развивающиеся в условиях урбанизации, изменились самым кардинальным образом. Уровень связи Kj (данные для флор за вычетом "мелких видов" и гибридов) между локальной исторической и современной флорой составляет в Елабуге 0,3675, в Сарапуле - 0,5770, в Глазове - 0,4574, в Кирове - 0,6038 и в Казани - 0,5281. Коэффициенты для флор с учётом "мелких видов" и гибридов, естественно, имеют еще меньшие значения. Если низкие уровни связи (Kj< 0,5) для елабужских и глазовских флор можно, в значительной мере, объяснить недостаточным уровнем изученности ЛИФ, то в других городах происшедшее обновление видового состава флоры за 50-70 лет с почти 40% (Киров) до более чем 47% (Казань) необходимо, главным образом, отнести на счет развития этих флор в условиях урбанизации

Уровень связи всех флор в прошлом был выше, чем ныне. Флоры городов в прошлом, несмотря даже на различное географическое положение, были более схожи, чем ныне. Иными словами, городские флоры в ходе их исторического развития не становятся ближе друг к другу.

Вывод о повышении своеобразия городских флор по мере их развития и, соответственно, понижении их таксономического сходства - довольно неожиданный, не вписывающийся в устоявшиеся представления об общей тенденции изменения флоры. Со времён А. Н. Бекетова [2], прогнозировавшего, что "растительность Земного шара становится постепенно все более однородною, единообразною...",

представления о всеобщей унификации, упрощении, стандартизации флоры (и фауны) стали общепринятыми [1; 4; 7; 19; 24; 36]. Предположение об увеличении сходства флор в условиях усиливающейся синантропизации кажется ныне очевидным и неоспоримым. Особенно наглядно должна проявляться эта тенденция во флорах городов, т. к. именно они подвержены наибольшей синантропизации. Попытки подтвердить это положение в новейшее время предпринимались немецкими учёными [25; 26; 32].

Решению подобных проблем сильно препятствует неэквивалентность разных данных. Специальное сопоставление эквивалентных во всех отношениях ЛИФ и ЛСФ двух городов: Казани (по состоянию на 1900 и 1980 годы) и немецкого города Галле (по состоянию на 1848 и 1983 годы), - неожиданно выявило уменьшение флористического сходства в ходе исторического развития городов [17]. Тогда нами было сделано предположение, что уменьшение флористического сходства справедливо для весьма удалённых городов. Приведенные выше результаты позволяют утверждать, что эта тенденция имеет более общий характер.

8. Происходящие в ареалогическом отношении сдвиги можно обозначить как меридионализация и медитерранизация, ориентализация, континентализация и американизация флор; в био-экологическом отношении – терофитизация.

Уменьшение роли гемикриптофитов (показатель флоры умеренно-холодного пояса), хамефитов (характерны для арктических флор), а также гидрофитов, с одной стороны, и усиление терофитов (показатель степных и пустынных флор), с другой, - согласуется с отмеченными выше тенденциями усиления ксерических черт городской флоры. Уменьшение позиций геофитов и гемифанерофитов (полукустарников и полукустарничков), наиболее характерных как раз для аридных территорий, не согласуется с этой тенденцией. Очевидно, уменьшение роли геофитов, отмеченное также для окрестностей городов Донбасса [10], и гемифанерофитов, характерное для урбанизации флоры, объясняется не климатическими, а иными характеристиками городской среды. Также не согласуется с явлением аридизации городского мезоклимата увеличение роли фанерофитов. Последнее связано с активной интродукционной деятельностью человека. Впрочем, значительная часть фанерофитов из числа дичающих интродуцентов или заносных видов, относится к таковым лишь формально, будучи не способной реализовать в условиях

городской среды свою фанерофитную стратегию. Действительно, такие виды, как *Corylus maxima* Mill., *Punica granatum* L., *Vitis vinifera* L., *Citrus limon* (L.) Burm. fil. и др. встречаются лишь в ювенильной или имматурной фазах онтогенеза и затем погибают.

Установлено, что доля малолетников возрастает как в северных [8; и др.], так и в более южных [10-12; и др.] городах и даже в городах тропической зоны [33]. Столь общая тенденция, очевидно, не может являться выражением климатических характеристик среды. Действительно, однолетники по своей природе являются не ксерофитами, а преимущественно мезофитами, будучи приспособлены к прохождению жизненного цикла в краткие сроки наиболее влажного сезона. Они приурочены к аридным областям не в силу своей мегатермной и ксерофильной экологии, а вследствие того, что здесь сложились наиболее благоприятные условия для реализации их стратегии по R-типу. Ещё Г. Высоцкий [6] отмечал усиление позиций одно- и двулетников при антропогенной трансформации степи как результат их ингредиентной природы. В условиях постоянных нарушений растительного покрова, однолетники, обладая эволюционной молодостью, коротким жизненным циклом и высокой семенной продуктивностью, фено- и генотипической пластичностью, устойчивостью к антропогенным факторам получают перевес в конкурентной борьбе с многолетниками. Таким образом, отмеченная выше "терофитизация" городской флоры является следствием не столько термоксерического характера городской среды, сколько её экстремальности.

9. В формационном (эколого-фитоценотическом) отношении позиции видов при урбанизации ослабевают в направлении рудеранты - степанты - пратанты - сильванты - палюданты - акванты, причём тем значительнее, чем выраженнее их ценофильные свойства.

Наиболее существенными оказались потери среди болотных (особенно торфяно-болотных) видов, лесных (особенно неморальных) и водных видов. Уменьшение роли неморальных видов согласуется с отмеченной выше тенденцией "ориентализации" флоры. Необходимо также отметить, что неморальные виды особенно консервативны, в силу чего с трудом поддаются интродукции и особенно страдают при рекреации.

10. В эдафотипическом спектре флоры перевес получают виды эутрофной и галофитной части шкалы эдафотипических категорий, а роль олиготрофных видов снижается. Гигротипический спектр

смещается в сторону преобладания ксерофильных видов над гигрофильными. Усиливаются позиции синэкологически автономных видов над синэкологически связанными: ассектаторных (ингридиентных) видов за счёт уменьшения роли эдификаторов, ослабевают позиции симбиотрофных видов, энтомофильных видов, мирмекохорных и других не связанных с антропохорией видов.

11. Все пространственные тенденции урбанизации флоры имеют зонально-географическую обусловленность, более значимую в малых и менее – в крупных городах.

12. В соответствии с закономерным изменением активности вдоль географического градиента реализуются заложенные в видах потенции к антропотолерантности, что у местных видов выражается через процесс апофитизации, у пришлых – натурализации. В результате многие из более "северных" и гигрофильных видов на северном конце градиента (Киров, Глазов) становятся устойчивыми компонентами синантропной флоры, на южном (Казань, Елабуга) – вымирают или входят в состав регрессирующих видов. Более "южные" и ксерофильные виды ведут себя противоположным образом.

13. Методологической основой рассмотрения ландшафтного аспекта городского флорогенеза признана антропогенная стратификация городского ландшафта с приобретением им дифференциации зонально-концентрического характера. Уподобление характера урбанизированной среды физическому полю обусловливает приложимость к городу градиентной теории с выявлением экологических и флористических градиентов [14].

14. Гетерогенизация городской среды и городского ландшафта сопровождаются гетерогенизацией спонтанного городского растительного покрова, т. е. констатирована аналогизация пространственных смен растительного покрова их сменам во времени. Возникающие при этом урбанистические градиенты имеют не линейно-функциональный, а S-образный характер, обусловленный последовательным действием на параметры флоры урбаноэкотона, ударной волны новой застройки и процессов демутации и стабилизации (рис. 2).

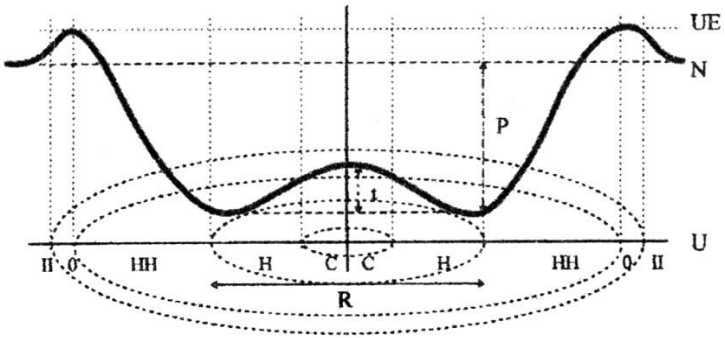



**Рис. 2. Модель урбанистических градиентов**.

U - уровень урбанизированной (городской) флоры; N - уровень природной флоры в данных условиях (фон); UE - уровень урбаноэкотона. С - зона Старого города; Н - зона Нового города; НН - зона новейшей застройки; О - зона окрестностей города; П - природные территории. R - радиус (Radius) круга, соответствующего застроенной части контура городской флоры; P - потенциал (Potential) урбанизированной среды, зависящий от уровня технического (экономического) развития города; t - возраст города.

15. Рассмотрение внутриландшафтного аспекта городского флорогенеза базируется на синтезе представлений об экотопологическом расчленении городского ландшафта и системной организации флоры на внутриландшафтном уровне (рис, 3).

16. Изменчивость характеристик растительного покрова на внутриландшафтном (экотопологическом) уровне дробности пространства: парциальная активность видов, видовое богатство парциальных флор, характер их агрегации в плеяды на основе тесноты связи и др., - подчиняется выявленному характеру урбанистических градиентов.

17. Закономерная приуроченность многих редких таксонов к окрестностям городов, процессы "вживания" ряда редких видов в городскую среду в старых районах городов и другие следствия выявленного характера динамики городской флоры должны стимулировать пересмотр некоторых сложившихся представлений теории и практики охраны природы и озеленения.

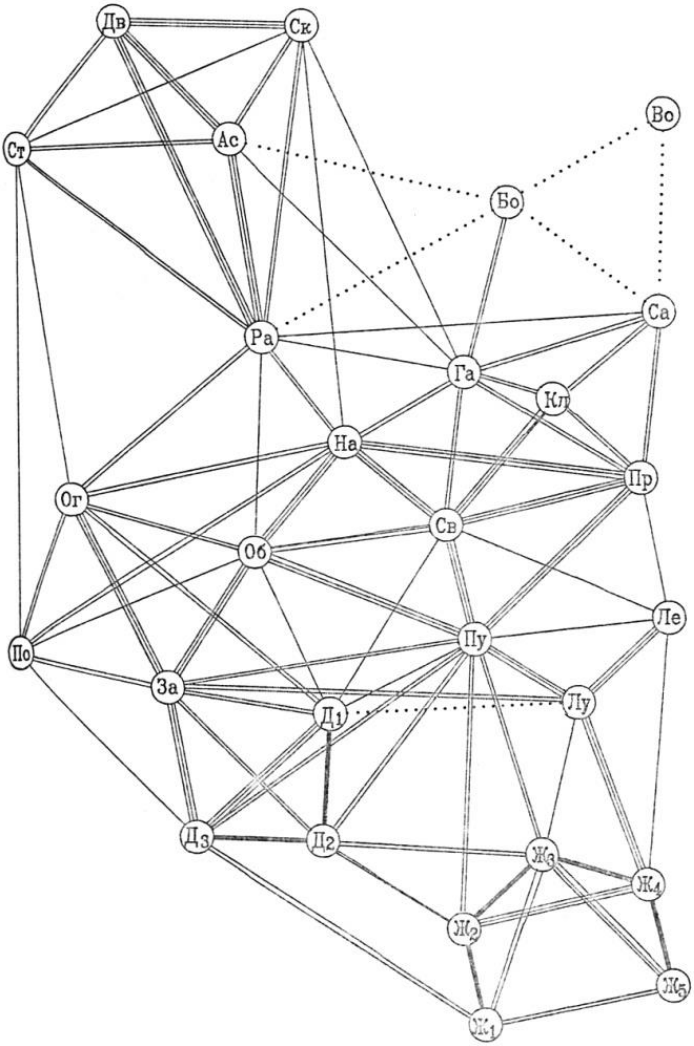
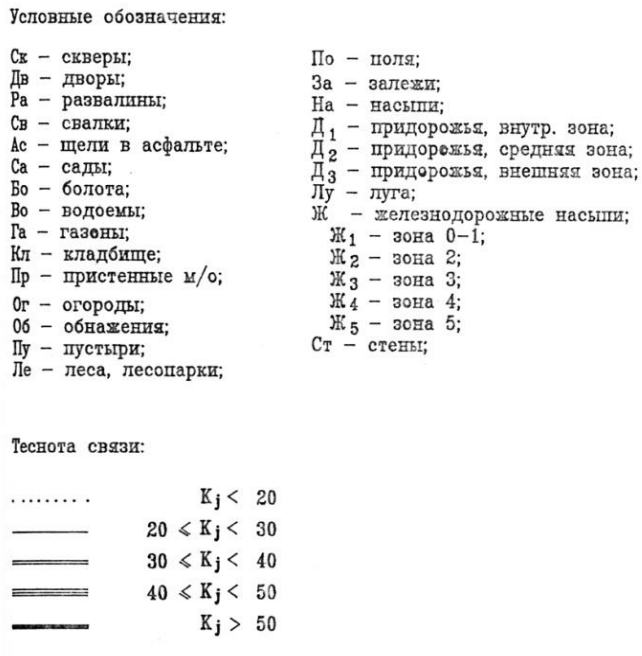



**Рис. 3. Модель экотопологической структуры флоры г. Казань**




**Условные обозначения к рис. 3. «Модель экотопологической структуры флоры г. Казань»**

### *Библиографический список*

1. *Агаев М. Г.* Расселение растений и его эволюционная роль // Проблемы изучения адвентивной флоры СССР (Материалы совещ., 1-3 февр. 1989 г.). М., 1989. С. 13-15.

2. *Бекетов А. О* Екатеринославской флоре. СПб.: Тип. Демакова, 1886. 166 с.

3. *Березуцкий М. А*. Антропогенная трансформация флоры окрестностей села Чемизовка Саратовской области в период с 1900 по 1989 г. // Вест. ЛГУ. Сер. 3. 1990. N 4. С. 29-33.

4. *Бурда Р. И*. Урбанофлоры индустриальных центров на юго - востоке Украины // Промышленная ботаника: Состояние и перспективы развития: Тез. докл. респ. науч. конф. Киев, 1990. С. 57-58.

5. *Вульф Е. В.* Опыт деления Земного шара на растительные области на основе количественного распределения видов: (Предвар. сообщ.). Л.: Изд. Всесоюз. ин-та растениеводства, 1934. 66 с., карт. (Отд. отт. из "Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции", сер. 1, N 2).

6. *Высоцкий Г.* Ергеня, культурно-фитологический очерк // Тр. / Бюро по прикл. ботанике. 1915. N 10-11 (84). С. 1113-1443, фот.

7. *Горчаковский П. Л.* Тенденции антропогенных изменений растительного покрова Земли. // Ботан. журн. 1979. Т. 64, N 12. С. 1697-1714.

8. *Дорогостайская Е. В*. Опыт характеристики рудеральной и сорной растительности города Воркуты и его окрестностей // Ботан. журн. 1963. Т. 48, N 7. С. 1015-1021.

9. *Животенко Л. Ф., Захаренко А. В*. Изменение видового состава растений окрестностей Краснолесья под воздействием массового отдыха // Изучение экосистем Крыма в природоохранном аспекте. Киев, 1988. С. 20-22.

10. *Ивашин Д. С.* Урбанизация и местная флора (на примере Донбасса) // Растения и промышленная среда: Материалы III науч. конф. Киев, 1976. С. 14-17.

11. *Ильминских Н. Г.* Анализ городской флоры (на примере флоры города Казани): Автореф. дис. к.б.н.. Л., 1982. 23 с.

12. *Ильминских Н. Г.* Особенности флорогенеза в условиях урбанизированной среды // Состояние и перспективы исследования флоры средней полосы Европейской части СССР: (Материалы Совещ., дек. 1983 г.) М., 1984. С. 56-57.

13. *Ильминских Н. Г.* Экотонный эффект и феномен урбаногенной флористической аномалии // Изучение биологического разнообразия методами сравнительной флористики: Матер. IV рабоч. совещ. по сравнит. флорист. (Березинский биосф. запов., 1993 г.). СПб.: СпбГУ, 1998 а. С. 233-243.

14. *Ильминских Н. Г.* Урбанистические градиенты во флоре // Изучение биологического разнообразия методами сравнительной флористики: Матер. IV рабоч. совещ. по сравнит. флорист. (Березинский биосф. запов., 1993 г.). СПб.: СпбГУ, 1998 б. С. 244-249.

15. *Ильминских Н. Г., Шадрин В. А*. Некоторые итоги изучения конкретных флор Удмуртии // Региональные флористические исследования. Л., 1987. С. 93-104.

16. *Ильминских Н. Г., Шадрин В. А., Шмидт В. М.* Первые результаты изучения флоры Удмуртии методом конкретных флор // Вестн. ЛГУ. 1985. N 10. С. 50-57.

17. *Клотц С., Ильминских Н. Г.* Увеличивается ли сходство флор городов в ходе их исторического развития? // Тез. Всесоюз. совещ. "Агрофитоценозы и экол. пути повышения их стабильности и продуктивности". Ижевск, 1988. С. 134-136.

18. *Малышев Л. И.* Флористические спектры Советского Союза // История флоры и растительности Евразии. Л., 1972. С. 17-40.

19. *Тишлер В.* Сельско-хозяйственная экология / Пер. с нем. М.: Колос, 1971. 455 с.

20. *Толмачёв А. И.* Введение в географию растений. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1974. 244 с.

21. *Шмидт В. М.* Зависимость количественных показателей конкретных флор Европейской части СССР от географической широты // Ботан. журн. 1979. Т. 64, N 2. С. 172-183.

22. *Шмидт В. М.* Статистические методы в сравнительной флористике. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1980. 176 с.

23. *Шмидт В. М.* Современные проблемы сравнительной флористики // Вестник ЛГУ. 1981. N 21. С. 42-51.

24. *Элтон Ч.* Экология нашествий животных и растений. М.: Изд-во иностр. лит., 1960. 228 с.

25. *Brandes D.* Stadtvegetation als Unterrichtsgegenstand // Prax. Naturwiss. Biol. 1983. 32, N 2. S. 55-49.

26. *Brandes D.* Verzeichnis der im Stadtgebiet von Braunschweig wildwachsenden und verwilderten Gefasspflanzen. Braunschweig, 1987. 44 s.

27. *Cadbury D. A., Hawkas I. G., Readett R. C.* A computermapped flora: A study of the County of Warwickshire. N. Y.: Publ. for the Birmingham Natur. Hist. Soc. By Acad. Press, 1971. X, 768 p.

28. *Godde M.* Veranderung der ruderalen Flora des engeren Stadtgebietes von Munster im Zeitraum von 35 Jahren // Natur und Heimat. 1982. 42, N 4. S. 39-44.

29. *Il'minskich N. G.* Die Anwendung der Methode der Artaktivitat beim Studium der spontanen Flora und Vegetation in Stadten // Wiss. Beitr. M. Luther Univ. Halle Wittenberg, 1987. P, N 26. S. 120-130.

30. *Jager E. J.* Moglichkeiten der Prognose synanthroper Pflanzenausbreitungen // Flora. 1988. Bd. 180, N 1-2. S. 101-131.

31. *Kent D. H.* The historical flora of Middlesex. London: Ray Soc., 1975. 673 p.

32. *Kunick W.* Comparison of the flora of some cities of the central European lowlands // Bornkamm R. et al. (Eds.). Urban ecology. Blackwell; Oxford, 1982. P. 13-22.

33. *Mielcarek R.* Breve analisis de la flora ruderal de calles, caminos y sus orillas de la ciudad de La Habana // Rev. Jard. bot. nac. 1983. 4, N 11. P. 111-174.

34. *Pysek P.* On the richness of Central European urban flora // Preslia. 1989. 61, N 4. P. 329-334.

35. *Runge F.* Anderungen der Flora des Naturschutzgebietes "Huronensee" bei Munster, wahrend der letzten 62 Jahre // Florist. Rundbriefe. 1988. 21, N 2. S. 95-97.

36. *Sukopp H.* Wandel von Flora und Vegetation in Mitteleuropa unter dem Einfluss des Menschen // Berichte uber Landwirtschaft. 1972. B. 50, H. 1. S. 112-139.

37. *Thellung A.* Pflanzenwanderungen unter dem Einfluss des Menschen // Beibl. zu den Botan. Jahrbuchern. 1915. Bd. 53, H. 3/5, N 116. S. 37-66.

## DYNAMICS PLANT DIVERSITY URBANIZED LANDSCAPES (CHRONOLOGICAL, SPATIAL, EKOTOPOLOGICAL ASPECTS)

N.G. Il'minskich

Based urbanofloras Vyatka-Kama interfluve first established general regularities urbanoflorogenezis and displaying features of urban flora.

Key words: urbanoflora, vegetation, urban environment, urbanization.

УДК 581.9 (470.53)

# СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ РАСТЕНИЙ В ПЕРМСКОМ КРАЕ И ЕГО ДИНАМИКА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

С.А. Овеснов, Е.Г. Ефимик
Пермский государственный университет, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15, e-mail OvesnovSA@jandex.ru

Рассмотрен уровень видового биоразнообразия растений (моховидные, плауновидные, хвощевидные, папоротниковидные, голосеменные и покрытосеменные) и изменения в его видовом составе, произошедшие в XX в. на территории Пермского края под воздействием антропогенных факторов.

Ключевые слова: моховидные; сосудистые растения; флора; Пермский край; антопогенные изменения.

Растения являются первичными продуцентами органического вещества, энергетическим и каркасным блоками биосферы, основой большинства экосистем и ландшафтов. Практически все проблемы экологического жизнеобеспечения населения, рационального использования и охраны природных ресурсов прямо или косвенно связаны с растительным покровом. Растения, формируя сообщества, создают среду обитания для животных и человека. Разные виды, имея разное строение и химический состав, обуславливают разнообразие животного населения биосферы.

Растительный покров Пермской области весьма богат и разнообразен. Комплекс растительности представлен лесами, занимающими 2/3 всей территории области, лугами, болотами, прибрежно-водными, водными и лесостепными группировками, а также горными лесами, лугами и тундрами. Основу группировок составляют сосудистые растения (плауновидные, хвощевидные, папоротниковидные, голосеменные и покрытосеменные); во многих из них широко представлены и моховидные. Именно этими таксонами в настоящее время ограничиваются высшие растения.

По последним данным в Пермском крае насчитывается 2171 вид растений, относящихся к 191 семейству и 6 отделам (таблица).

Моховидные, детальное изучение которых предпринято лишь в последние десятилетия, более или менее полно исследованы лишь на территориях заповедников «Вишерский» и «Басеги»; листостебельные

© С.А. Овеснов, Е.Г. Ефимик, 2010

мхи – еще на территории заказника «Предуралье» и в окрестностях г. Перми. Исходя из сведений о богатстве бриофлор соседних административных образований (Башкирия – 300–310 видов, Республика Коми – 410–420 видов) и отдельных широтных секторов Урала (Северный – 398 видов, Средний – 353, Южный – 344), есть основания считать, что видовой состав мхов Пермского края выявлен достаточно полно: кажется маловероятным увеличение известного числа видов больше, чем на 10% [5]. Однако небольшое число детально обследованных участков не позволяет оценить как частоту встречаемости большинства видов, так и особенности их распространения.

Флора сосудистых растений Пермского края, изученная наиболее полно, в настоящее время насчитывает по нашим данным 1665 видов и подвидов дикорастущих растений, относящихся к 511 родам и 111 семействам.

Таблица

**Основные количественные показатели флоры Пермского края**

| Таксон | Число видов | Число семейств |
|---|---|---|
| ***Моховидные*** | 506 | 80 |
| в том числе: | | |
| ***Печеночные мхи*** | 131 | 25 |
| ***Листостебельные мхи*** | 375 | 55 |
| ***Плауновидные*** | 10 | 2 |
| ***Хвощевидные*** | 8 | 1 |
| ***Папоротниковидные*** | 38 | 11 |
| ***Голосеменные*** | 8 | 2 |
| ***Покрытосеменные*** | 1609 | 96 |
| в том числе: | | |
| ***Двудольные*** | 1218 | 80 |
| ***Однодольные*** | 391 | 16 |
| **В с е г о** | 2171 | 191 |

В это число включены все естественно произрастающие виды, как аборигенные, так и адвентивные (т.е. занесенные случайно или сознательно; степень натурализации этих видов во флоре края различна). Вместе с тем здесь не учтены культивируемые виды, не встреченные нами вне культуры, т.е. не дичающие. Число аборигенных видов во флоре 1360.

Основу флоры составляют покрытосеменные; из других отделов относительно многочисленны папоротниковидные. В почти равном

небольшом числе представлены плауновидные, хвощи и голосеменные, но роль последних в формировании растительного покрова несравнимо выше.

Во флоре сосудистых растений Пермского края численно значительно преобладают травянистые растения (несколько более 85% всех видов флоры), по большей части многолетние. Далее по численности располагаются древесные растения (133 вида, 8.4%), сосредоточенные среди голосеменных и двудольных, 23 вида из которых – вечнозеленые (голосеменные и вересковые); деревьев 41 вид, остальные кустарники и кустарнички. Довольно бедной является группа водных травянистых растений (86 видов, 5.52%), из которых 49 видов являются собственно водными, 5 видов – земноводными, то есть растущими как в воде, так и на суше; остальные – воздушно-водные. Последние чаще растут в воде на мелководьях, но встречаются и по сырым берегам водоёмов. Самой малочисленной группой являются полудревесные растения – всего 14 видов [3].

Более чем полторы тысячи видов флоры Пермского края обладают весьма разнообразными ареалами – от охватывающих чуть ли не всю земную сушу ареалов некоторых растений до ограниченных частью территории Пермской области эндемичных видов.

По территории края виды растений также распространены неравномерно. В результате изучения флоры края был разработан оригинальный вариант ботанико-географического районирования региона с выделением 6 районов [2]. В ботанико-географическом районе среднетаежных пихтово-еловых лесов зарегистрировано 893 вида, в районе южнотаежных пихтово-еловых лесов – 1057 видов, в районе широколиственно-елово-пихтовых лесов – 1032 вида, в островной Кунгурской лесостепи – 959 видов, в районе средне- и южнотаежных предгорных пихтово-еловых и елово-пихтовых лесов – 846 видов, в районе северо- и среднетаежных кедрово-еловых горных лесов – 578 видов. Общими для всех районов является почти 1/5 всех видов флоры – 292 вида (18.2% общего числа видов).

Территории, характеризующиеся уникальными растительными сообществами, высокой степенью биоразнообразия растений или большой численностью редких и исчезающих видов в подавляющем большинстве случаев объявлены особо охраняемыми природными территориями – это государственные природные заповедники (Басеги и Вишерский), ландшафтные заказники (7 шт.), комплексные, ландшафтные и ботанические памятники природы (112 шт.),

охраняемые ландшафты (85 шт.) и природные резерваты (20 шт.) [4]. По-видимому, специалистам ботанического профиля целесообразно подключение к европейской программе «Ключевые ботанические территории» для выявления на основе единых критериев наиболее ценных для сохранения растительного мира объектов в Европе и за её пределами.

Длительное антропогенное воздействие повлекло за собой значительное изменение естественного растительного покрова Предуралья. В связи с хозяйственным освоением, происходившим особенно интенсивно с середины 18 в., леса Урала в значительной степени утратили свой первоначальный облик. За два с половиной столетия они неоднократно пройдены рубками, в результате чего во многих местах произошла смена хвойных пород (сосны, ели, пихты, лиственницы, кедра) на лиственные (береза, осина), или, по крайней мере, роль последних в формировании древостоя значительно возросла.

Всю совокупность антропогенных воздействий на растительный мир в конечном итоге можно свести к трём основным формам: 1) полное уничтожение растительного покрова; 2) создание культурных сообществ на месте уничтоженной естественной растительности; 3) синантропизация растительного покрова.

Полное уничтожение растительного покрова происходит при жилой и промышленной застройке, строительстве дорог, отсыпке терриконов и т.п. Последствия полного уничтожения растительного покрова настолько очевидны, что необходимость рассмотрения их отсутствует.

Культурные сообщества (агрофитоценозы, парки, лесокультуры, защитные лесополосы, газоны и проч.), создаваемые на месте уничтоженного естественного растительного покрова, не оказывают столь существенного отрицательного влияния на баланс биосферы, как полное уничтожение растительности, поскольку искусственные сообщества до определённой степени способны выполнять функции естественных ценозов. Однако создаваемые сообщества с одной стороны являются источниками чуждых местной флоре видов растений, часть из которых может проявлять высокую степень активности по отношению к видам местной флоры, сокращая численность последних; с другой же стороны культурные сообщества без вмешательства человека обычно недолговечны.

Сопоставление флористических списков начала XX [6] и XXI в.

[1] показывает, что увеличение числа видов на территории Пермского края (помимо находок редких видов) происходит за счет внедрения видов с более южных территорий, являющихся синантропами.

Синантропизация растительного покрова – самая малозаметная форма реакции растительного покрова на антропогенные воздействия, но приводящая к весьма существенным последствиям, выражающимся в обеднении видового состава флоры; замене коренных растительных сообществ производными и синантропными; замещении эндемичных видов космополитными, стенотопных – эвритопными, автохтонных – аллохтонными; конвергенции растительных сообществ; а также в эволюционных последствиях этого процесса. Все эти явления ведут к снижению биоразнообразия территории, к унификации видового состава разных экотопов и территорий, к снижению уровня стабильности и продуктивности растительного покрова.

Рассмотренные выше явления имеют место и на территории Пермского края; степень их выраженности пропорциональна степени антропогенного воздействия.

### *Библиографический список*

1. *Иллюстрированный* определитель растений Пермского края / С.А. Овеснов, Е.Г. Ефимик, Т.В. Козьминых и др.; под ред. С.А. Овеснова. Пермь: Кн. мир, 2007. 743 с.

2. *Овеснов С.А.* Ботанико-географическое районирование Пермской области // Вестн. Перм. ун-та. 2000. Вып. 2. Биология. С. 13–21.

3. *Овеснов С.А.* Биоморфы флоры Пермского края // Вестн. Перм. ун-та. 2005. Вып. 6. Биология. С. 16–19.

4. *Особо* охраняемые природные территории Пермской области: Реестр / отв. ред. С.А. Овеснов. Пермь: Кн. мир, 2002. 464 с.

5. *Состояние* растительного мира Пермской области / Л.Г. Переведенцева, В.М. Переведенцев, Е.М. Шкараба, А.Г. Безгодов, С.А. Овеснов // Состояние и охрана окружающей среды Пермского края в 2007 г. Пермь, 2008. С. 143–149.

6. *Сюзев П.В.* Конспект флоры Урала в пределах Пермской губернии. М., 1912. 206 с.

PRESENT STATE OF BIODIVERSITY OF PLANTS IN THE PERM REGION AND ITS DYNAMICS DUE TO HUMAN

S.A. Ovesnov, E.G. Efimik
Perm State University. 15, Bukirev str., Perm, Russia, 614990; e-mail OvesnovSA@jandex.ru

We consider the level of species biodiversity of plants (mosses, lycopsids, hvoschevidnye, Fern, gymnosperms and angiosperms) and changes in species composition that occurred in the twentieth century in Perm region under the influence of anthropogenic factors.

Key words: mosses, vascular plants, flora, Perm region; antopogennye changes.

УДК 574.24:612.215.5

# ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ КАК ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОСНОВА СРЕДОУЛУЧШАЮЩИХ ФИТОТЕХНОЛОГИЙ

И.Г. Тараканов
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49,
e-mail: plantphys@timacad.ru

Результаты исследований по экологической физиологии растений-представителей спонтанной и культурной флоры лежат в основе разработки современных наукоемких средоулучшающих фитотехнологий, способствующих экологической стабилизации и улучшению окружающей среды в городской и сельской местности, производству экологически безопасной сельскохозяйственной продукции и, в конечном счете, устойчивому развитию.

Ключевые слова: экологическая физиология растений, наукоемкие фитотехнологии, фиторемедиация, фитомелиорация, охрана окружающей среды.

Экологическая физиология растений – фундаментальная дисциплина, интегрирующая знания физиологии растений и экологии. Это развивающийся раздел современной биологии, изучающий процессы жизнедеятельности растений в изменяющихся экологических условиях и методы управления ими в практических целях. Экологическая физиология растений создает целостное представление о существовании растения в конкретных условиях обитания. Она тесно связана с фитоценологией и является теоретической основой для организации практической деятельности по использованию растительных ресурсов.

© И.Г. Тараканов, 2010

Основными целями экологической физиологии растений является изучение взаимодействий растений с абиотическими и биотическими факторами, в том числе с микробными сообществами; механизмов адаптации, лежащих в основе акклимации и акклиматизации; физиолого-биохимических основ географического распространения растений в определенных условиях среды; роли растений в глобальных круговоротах элементов и веществ, а также потоке энергии в биосфере. Трудно переоценить роль экофизиологии растений в решении задач практического земледелия и охраны окружающей среды.

В последние годы в нашем лексиконе все чаще встречается употребление термина «средоулучшающие фитотехнологии». Ряд авторов включает в это понятие использование растений, фитокомпозиций или фитоценозов совместно с комплексом дополнительных средств (биологических, химических, физических, технических, информационных, проектно-архитектурных и конструктивных решений), значительно усиливающих средоулучшающие свойства растений и улучшающих условия среды обитания человека дома и на работе [2, 3]. Вместе с тем, учитывая тревожные тренды в антропогенной трансформации природной среды как в городской, так и сельской местности, правомерно говорить о развитии и применении средоулучшающих фитотехнологий и в более широком смысле.

Изменения, происходящие в биосфере в результате возросшего техногенного воздействия, привели к нарушению экологии и ухудшению среды обитания человека. Уровни загрязнения превышают предельно допустимые концентрации более чем в 200 городах Российской Федерации с общей численностью населения более 60 млн.человек. В основе комплексного подхода к проблеме улучшения условий среды обитания в городах лежит стратегия перехода от пассивной охраны природы к активной разработке новых наукоемких средоулучшающих технологий [2]. При ее решении определяющая роль отводится растениям, с помощью которых возможна экологическая стабилизация и улучшение окружающей среды.

Одно из направлений работы связано с использованием фитонцидов – биологически активных веществ, выделяемых растениями в процессе жизнедеятельности. Летучие фитонциды (аэрофолины) – эфирные масла, терпеноиды, альдегиды и другие

соединения способны резко улучшить состав воздуха, снизить количество бактерий, грибов, вирусов и оказать лечебный эффект. Путем фитонцидотерапии установлено общеоздоровительное действие разных видов растений на организм человека. Весьма перспективны исследования по разработке аллелопатически активных фитокомпозиций для закрытых помещений с профилактическими и оздоравливающими свойствами, так называемых аэрофитомодулей. Отобранные в результате предварительного скрининга и адаптированные в интерьере растения со средоулучшающими свойствами обладают антисептическим, антиспазматическим, восстанавливающим и тонизирующим действием, а также эстетотерапевтическим эффектом. Развивается новое средообразующее направление, часто называемое фитоэргономикой, находящееся на стыке биологии и физиологии, гигиены и ботаники.

На основе системных исследований, прежде всего – по интродукции тропических растений, сегодня уже успешно осуществляется разработка технологий экологического фитодизайна по оздоровлению воздушной среды помещений [7]. Было выявлено, что в помещениях с фитонцидными растениями число патогенных микроорганизмов в воздухе снижается в среднем на 50% и более, а многие виды растений могут успешно снизить концентрацию различных химических загрязнителей в воздушной среде помещений на 20-30%. Эффективность природных фитофильтров в ряде случаев оказалась выше, чем результаты очищения с помощью технических и химических средств. Весьма плодотворной оказалась и идея усилить средооздоровительную функцию травяных газонов путем включения в их состав эфиромасличных растений, обладающих выраженным фитонцидным действием [6].

При разработке методологии рационального использования средоулучшающего потенциала фитонцидных, газо- и пылеустойчивых растений, видов, накапливающих тяжелые металлы, улучшающих ионизацию воздуха, определяющую роль играют эколого-физиолологические исследования, направленные на мобилизацию биоразнообразия лекарственных, ароматических и фитонцидных растений для создания средоулучшающих и эстетотерапевтических технологий. Разработка основных элементов технологии создания средоулучшающих и эстетотерапевтических, лекарственно-декоративных, ароматических фитонцидных композиций опирается на учет биологических особенностей растений,

включая фенологию и сезонные фенологические циклы, динамику роста их надземных органов, требовательность к условиям окружающей среды, и прежде всего – уровень холодостойкости и теневыносливости.

С помощью высших растений и водорослей возможно обезвреживание загрязнений почв и вод, а также их извлечение различными путями в результате деградации, экстракции (накопления, аккумуляции), изолирования или иммобилизации. Растения способны поглощать различные загрязнения и трансформировать их, хотя в отношении минерализации органических ксенобиотиков, например, их возможности существенно скромнее, чем у микроорганизмов.

Растения различаются по своей способности извлекать металлы из среды обитания и концентрировать их в надземных органах. Растения, устойчивые к высоким концентрациям металлов и накапливающие их повышенное количество, относят к аккумуляторам, в сверхвысоких концентрациях – к гипераккумуляторам (металлофитам), а накапливающие селективно отдельные металлы – к растениям-индикаторам.

Для понимания феномена гипераккумуляции важно установить физиологические механизмы, определяющие способность растений накапливать тяжелые металлы в надземных или подземных органах. Так, например, феномен гипераккумуляции Ni у *Thlaspi caerulescens*, наряду с отсутствием в корне барьерных тканей, определяется ограниченным поступлением металла в вакуоли клеток корня и повышенной скоростью поступления в сосуды ксилемы, в чем важную роль играет повышенный клеточный уровень гистидина. В то же время у *T. arvense* большая часть поглощенного металла поступает в вакуоли клеток корня и не загружается в ксилему [4].

Пути снижения токсического действия тяжелых металлов в растениях могут быть связаны с ограничением их поступления (исключение) или детоксикации металла внутри растения (толерантность). Механизмы исключения преимущественно связаны с иммобилизацией металлов на клеточных стенках, осаждением в прикорневой зоне и связыванием в ризосфере с корневыми выделениями и микоризой. Механизмы детоксикации основаны на связывании в системе апопласта, ограничении транспорта к побегам, компартментализации в вакуолях, связывании специализированными белками.

Способность растений поглощать загрязнения и трансформировать их используется в методах фиторемедиации: фитоэкстракции, фитодезактивации, фитодеградации, фитотрансформации, фитостабилизации, фитоиспарения. Применение ряда других методов фиторемедиации основано на процессах трансформации веществ, протекающих в ризосфере. Важную роль в так называемой ризосферной биоремедиации играет микориза – симбиотическая ассоциация ризосферных грибов и тканей корня.

Повышение эффективности фиторемедиации должно опираться на более глубокое изучение возможностей использования различных растений для удаления загрязнений, исследование взаимодействия растений и микроорганизмов, путей поглощения и трансформации загрязнений в растении, эпифитной и ризосферной микрофлоре, фитотоксичности и биодоступности ксенобиотиков и роли ферментов в их трансформации, влияния корневых выделений на подвижность ксенобиотиков и др. [5]. Еще один перспективный путь – получение трансгенных растений с ярко выраженными ремедиационными свойствами.

Полезное использование техногенных территорий полигонов ТБО и свалок становится возможным только после их рекультивации. Под рекультивацией полигонов хранения отходов понимается в основном комплекс работ по устройству системы поверхностной изоляции, созданию плодородного корнеобитаемого почвенного слоя и восстановлению живых компонентов биоты (микроорганизмы, грибы, высшие растения), так называемая биологическая рекультивация. Разработана технология изолирующего растительного покрова для контроля инфильтрации атмосферных вод и изоляции мест захоронения отходов. Растения изменяют в благоприятную сторону водный баланс на участках захоронения, уменьшают поверхностный сток и смыв грунтового покрова, в результате эвапотранспирации снижается количество дренажных вод и выщелоченных загрязнений. Развитие корней увеличивает порозность почвенного субстрата и его водоудерживающую способность, что способствует удерживанию влаги и уменьшает миграцию грунтовых вод в зимний период.

При экстенсивной натурализации городского ландшафта (например, создании зеленых газонов на крышах зданий) широко используются материалы экологической физиологии растений по выявлению и изучению так называемых экстремофильных ксерофитов, отличающихся неприхотливостью к условиям произрастания.

Агросфера в двадцатом веке вступила во все нарастающий конфликт с устойчивостью биосферы. Во многих районах нашей планеты ее ресурсы практически исчерпаны и дальнейшее увеличение доли агросферы невозможно. В отдельных странах уже сегодня доля агросферы превышает предел, совместимый с воспроизводством биоценозов [1]. Разработка путей повышения ресурсосбережения и экологической безопасности в интенсивном растениеводстве является одной из важнейших научно-практических проблем в АПК Российской Федерации. Система сельскохозяйственного производства, ориентированная на высокоточное использование природных и техногенных ресурсов, а также на биологизацию и экологизацию интенсификационных процессов, по своему содержанию, критериям и подходам в настоящее время является наиболее наукоемкой и перспективной. Расширяются исследования по конструированию высокопродуктивных, экологически устойчивых агроэкосистем и агроландшафтов на основе увеличения видового и генетического разнообразия культивируемых видов и сортов растений. Завершается разработка нового поколения зональных ресурсоэнергосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур, в основе которых лежит использование приспособленных к конкретным природным условиям высокопродуктивных сортов и гибридов, устойчивых к лимитирующим факторам среды, в том числе к засухам, неблагоприятным условиям зимы, переувлажнению почвы, повышенной кислотности и засоленности почвы, поражению почвы болезнями, вредителями и сорняками.

Ведущая роль в биологизации и экологизации интенсификационных процессов в растениеводстве принадлежит селекции, базирующейся на современных представлениях экологической физиологии и частной физиологии сельскохозяйственных культур. По имеющимся оценкам, вклад селекции в повышение урожайности важнейших сельскохозяйственных культур за последние 30 лет оценивается в 30-70%. В этой связи высокую значимость приобретает расширение масштабов адаптивной селекции растений, направленной на сочетание высокой потенциальной продуктивности сортов с их устойчивостью к действию абиотических и биотических стрессоров, увеличение видового и генетического разнообразия культивируемых растений, развитие эдафического, биогеоценотического, симбиотического и других направлений селекции, повышение в процессе создания не

только продукционных, но и средообразующих функций новых сортов, а также возделывание набора сортов, в наибольшей степени приспособленных к местным, в т.ч. неблагоприятным и экстремальным условиям внешней среды, их адаптивное размещение во времени и пространстве с целью более полного использования биоклиматического потенциала. Важнейшими направлениями в работе научных учреждений РАСХН является проведение фундаментальных и приоритетных прикладных исследований по разработке путей ресурсоэнергосбережения и экологической безопасности в интенсивном растениеводстве, на основе создания конкурентоспособных сортов и гибридов с повышенной продуктивностью и средоулучшающей функцией, устойчивых к действию абиотических и биотических стрессоров, а также разработки высокоточных технологий возделывания культивируемых видов и сортов растений за счет дифференциального использования природных и техногенных ресурсов, современных средств механизации.

С учетом диверсификации способов ведения сельскохозяйственного производства все шире, особенно на Западе, начинает практиковаться биологическое ведение сельского хозяйства (так называемое органическое земледелие), направленное, в частности, на максимальное снижение истощения и деградации почв. В этой связи развернута специализированная селекция сортов со структурно-функциональными приспособлениями к поглощению и усвоению питательных веществ из почвы (развитие мощной корневой системы, ярко выраженная поисковая активность корня), повышенной устойчивостью к вредителям и болезням.

***Библиографический список***

1. *В.М. Баутин*. Современная аграрная цивилизация и устойчивое развитие. Известия ТСХА, 2010, вып. 2. – С.3-5.

2. *А.А. Жученко*-мл. Мобилизация мировых генетических ресурсов и средоулучшающие фитотехнологии. – М., РУДН, 2007. – 149 с.

3. *А.А. Жученко-мл.,* А.И. Труханов. Средоулучшающие фитотехнологии в северных мегаполисах. –М.: КРАСАНД, 2009. – 192 с.

4. *А.Д. Кожевникова, И.В. Серегин, Р. Войс, Х. Шат.* Роль гистидина в передвижении и накоплении никеля у *Thlaspi caerulescens* и *Thlaspi arvense*. Физико-химические механизмы адаптации растений

к антропогенному загрязнению в условиях Крайнего Севера. – Апатиты, 2009. – с. 160-162.

5. *А.Е. Кузнецов, Н.Б. Градова, С.В. Лушников, М. Энгельхарт, Т. Вайссер, М.В. Чеботарев*. Прикладная экобиотехнология: в 2 т. Т. 2. – М.: БИНОМ, 2010. – 485 с.

6. *А.М. Рабинович, А.В. Черкасов.* Комплексное использование полезных свойств растений, улучшающих среду обитания и здоровье человека (научно-методическое пособие). – М.: 2009 – 134 с.

7. *Н.В Цыбуля., Ю.Л. Якимова, Н.А. Рычкова, Л.Н.Чиндяева, Г.Г. Дульцева, Т.Д. Фершалова, А.С. Серая.* Научные и практические аспекты фитодизайна. – Новосибирск, 2004. – 149с.

## ENVIRONMENTAL PLANT PHYSIOLOGY AS A THEORETICAL BACKGROUND TO ENVIRONMENT IMPROOVING PHYTOTECHNOLOGIES

I.G. Tarakanov

Studies on the environmental physiology of both wild and cultivated plants are used for the development of the modern hi-tech approaches to the environment improvement. The latter provide ecological stabilization and environment conditions amelioration in urban and rural territories, ecologically friendly agricultural production, and sustainable development.

Key words: environmental plant physiology, high phytotechnologies, phytoremediation, phytomelioration, environment conservation

УДК 579.66

# RHIZOSPHERE BACTERIA COMMUNITY AND PETROL HYDROCARBON (PHC) BIODEGRADATION IN SOIL PLANTED TO FIELD CROPS

Hans-Holger Liste
Julius Kühn-Institute (JKI), Federal Research Centre for Cultivated Plants
Konigin-Luise-Strasse 19, D-14195 Berlin, Germany,
e-mail: h.liste@gmx.de

A greenhouse pot experiment was conducted for investigating the capability of a grass (annual ryegrass), a legume (summer vetch), and a crucifer (white mustard) to grow in a soil from a former coal gasification site and promote the biodegradation of petrol hydrocarbons (PHCs). Mustard and vetch elicited the greatest degradative root activities and sustained particularly great populations of rhizosphere bacteria that are known hydrocarbon degraders. None of the crops aided the biodegradation of TPAHs in soil.

Keywords: bacteria, bioavailability, biodegradation, crops, PAHs, petrol hydrocarbons, phytoremediation, rhizosphere

**1. Introduction.** Bioremediation often is used to clean up hazardous waste sites that are contaminated with petrol hydrocarbons, but current *in situ* techniques are often ineffective for the removal of the more recalcitrant, toxic, mutagenic, and carcinogenic PHC constituents such as PAHs [38, 3]. Accelerating the biodegradation of petrol hydrocarbons in general and of PAHs in particular is thus a major challenge to improving the performance and acceptance of cost-saving soil bioremediation techniques.

Plants are suggested to enhance the degradation of organopollutants because of greater numbers and activities of microbes in the rhizosphere [27, 8]. A plant-aided biodegradation was evident for pesticides [40], petrol hydrocarbons [39], PAHs [2, 18] and many other organic compounds [20]. A more systematic approach to selecting plant species for phytoremediation purposes is thus essential but has rarely been attempted [7, 39]. Especially differences in microbial community features and contaminant degradation between rhizosphere soils of various plant species or types are not well documented in the literature.

The objective of this study was to investigate three field crops from different botanical groups for their rhizosphere bacterial communities and capabilities to grow in a contaminated soil from a former coal gasification site and foster the biodegradation of petrol hydrocarbons, including PAHs. Field crops are of particular interest for phytoremediation purposes because they are bred for fast growth and high yields.

© Hans-Holger Liste, 2010

**2. Materials and Methods.** Loamy sand (2.1% organic carbon, pH 7.6) from Berlin and soil contaminated with petrol hydrocarbons (46.3 g TPHs $kg^{-1}$ dry soil), including PAHs (2129.8 mg TPAHs $kg^{-1}$ dry soil) from a former coal gasification plant site in Gröditz, Saxony, were air dried and passed through a 6-mm sieve. The loamy sand (100 kg) and fertilizer (0.42 kg) (6% $NO_3$-N, 7% $NH_4$-N, 13% $P_2O_5$, 21% $K_2O$) were placed in a cement mixer and blended for 10 min. The contaminated soil (3350 g) was added to the cement mixer and diluted thoroughly with the fertilized loamy sand for 20 min. The procedure was aimed to have contaminated and control soil of similar physical properties and to decrease the toxicity of polluted soil. The contaminated loamy sand mixture (2.4% organic carbon, pH 7.7) was stored for equilibration (aging) for 30 days in the dark at 15°C and final concentrations were reached of 1517 mg TPHs $kg^{-1}$ dry soil, including 71.4 mg TPAHs $kg^{-1}$ dry soil.

Portions of 1000 g of the contaminated or uncontaminated loamy sand were placed in black plastic pots (13 cm diam.), and seeds (Saaten-Union GmbH, Hannover, Germany) of summer vetch (*Vicia sativa* L., *Sinapsis alba* L.*)*, and annual ryegrass *(Lolium multiflorum* Lam.) were sown into the soil (15 seeds per pot). Seedlings were later thinned to give five plants per pot. The moisture level was 80% of the water-holding capacity. The plants were grown in a greenhouse maintained at 15°C during a 16-h day and at 10°C during an 8-h night. The light intensity was according to sunlight conditions of early summer with additional light at an intensity of 10,000 cd $m^{-2}$. The soils were watered daily and fertilized every two weeks with 10 ml of a 0.3-% solution of Poly Crescal (AGLUKON GmbH, Düsseldorf, Germany) per 100 g of soil. The 12 replicate pots of each treatment were completely randomized in the greenhouse.

After 95 days of plant growth, from six pots of each treatment the shoots were excised from the roots. All soil was removed from the pots and air dried before the roots that had completely permeated the entire soil could be separated from the planted soil by passing the soil through a 6-mm sieve and picking the remaining roots by hand. The roots and shoots were washed in tap water, dried for 24 h at 105°C, and weighed.

For extraction of TPHs, air-dried soil (10 g) from each sampled pot was homogenized with 30 g of anhydrous $Na_2SO_4$ and subjected to extraction using 1 h sonication with 110 ml of 1,1,2-trichlorotrifluoroethane (IR spectroscopy grade, Merck AG, Darmstadt, Germany). The hydrocarbon extracts were cleaned on neutral aluminum oxide powder (50-

200 µm, pH 7.0-7.8) and analyzed by an infrared analyzer (Horiba OMCA-200) as TPH-IR according to DIN method 38409-18 [9].

For PAH extraction, air-dried soil (10 g) from each sampled pot was mixed with 20 g of anhydrous $Na_2SO_4$ and subjected to extraction using 2 h sonication with 100 ml of tetrahydrofuran (Merck AG, Darmstadt, Germany). The PAH extracts were analyzed with HPLC using UV detection based on U.S. EPA Method 610 [32]. Extraction and analysis of TPHs and PAHs were conducted by an accredited commercial service laboratory (Chemisches Labor Dr. Betz GmbH, Berlin, Germany).

After 15 days and when crops began to bloom (mustard, 57 d; vetch, 61 d) or after 60 days (ryegrass and soil), plants were carefully pulled from six pots of each treatment and mildly shaken to remove soil loosely adhering to the roots. The roots with the remaining adherent soil were separated from the shoots and portions of 1 g (15-day samples) or 10 g (wet wt.) were transferred either to 50-ml glass tubes filled with 9 ml or into 250-ml Erlmeyer flasks containing 90 ml of sterile saline (0.9%). Tubes and flasks were closed with an autoclaved cotton plug, and shaken for 20 min at 200 rev $min^{-1}$ on an orbital shaker (B. Braun Biotech International GmbH, Melsungen, Germany). After allowing the soil slurry to settle for 20 min, 1 ml of the supernatant was serially diluted in 50-ml glass tubes containing 9 ml of sterile saline (0.9%), and aliquots (0.1 ml) of the proper dilution (producing 30 to 300 colonies per plate) were spread on glycerin-peptone agar plates [11] in duplicate. The unplanted soil was processed the same way. The plates were incubated for 5 to 7 days at 25°C prior conducting discriminatory colony counting for determining abundance and composition of the bacterial community. In more detail, all colonies of a plate were grouped and counted according to their morphological appearance [28, 35] and one representative of each colony morphotype (cmt) was isolated and purified. The isolates were taxonomically identified by gas-chromatographic analysis of their whole-cell fatty acid methyl esters (FAME) with the Hewlett-Packard HP5898A Microbial Identification System (MIS®) using versions 3.80 and 4.01 of the Aerobic Library (TSBA 40) (MIDI, Inc., Newark, DE, USA) and according to the procedure as specified by the manufacturer (Hewlett-Packard, Avondale, Pennsylvania, USA). Organisms not identifiable by FAME analysis were coarsely grouped on the basis of biochemical or colony morphology features. Bacteria were discriminated by Gram reaction using KOH (3%) [29]. Actinomycetes colonies (firm consistency, powdery or chalky appearance) were categorized according to the release of brownish pigments into the agar as

either actinomycetes$^{(+)}$ (pigment positive) or actinomycetes$^{(-)}$ (pigment negative). Very small, undifferentiable colonies were assigned to as "Pinpoints" [36].

Means based on six, eight, or twelve replicates for each treatment were compared by analysis of variance (ANOVA) followed by a Student-t test ($P$<0.05) or a Student-Newman-Keuls Test ($P$<0.05 or 0.1) using COSTAT 5.0 (CoHort Software, Minneapolis, MN, USA).

**3. Results.** Petrol hydrocarbons in soil (1517 mg TPHs kg$^{-1}$) have affected plant dry matter yields during 95 days. Shoot yields had decreased significantly ($\underline{P}$<0.05) for ryegrass by 38.9% and for vetch by 49.8% and root yields were reduced ($\underline{P}$<0.05) for ryegrass by 52.6%. Still, ryegrass had the most massive root system of all three crops in contaminated soil.

Abundance and composition of the culturable soil and rhizosphere bacteria community were examined after two and eight weeks into the experiment. At 15 days, contaminated soil contained as much as 18-fold more bacteria than unpolluted soil. Juvenile mustard and vetch raised the number of total bacteria in the root zone in unpolluted soil (R/S ratios of 1.8 and 8.2) whereas in contaminated soil, bacteria in the rhizospheres of all three crops were less abundant as compared to unplanted soil (R/S ratios between 0.3 and 0.5). After eight weeks, total bacteria counts in contaminated and pristine soil were alike and most numerous in the rhizospheres. Bacteria were particularly abundant in the root zones of flowering mustard and vetch reaching 11 to 30-fold the numbers of unplanted soil.

A total of 1413 representative colony morphotypes were isolated from the original soil dilution plates and 65.2% of the isolates could be taxonomically classified by FAME analysis.

The bacterial community diversity was similar in contaminated vs. pristine soil but the species composition has differed. At fifteen days, a total of 66 classified bacteria (including actinomycetes$^{(+)/(-)}$) were isolated from polluted compared to 69 from pristine soil. Most notably, *Bacillus* spp. were much less common in PHC-polluted soil (4 species) than in uncontaminated soil (16 species). Actinomycetes$^{(+)/(-)}$ colonies were not isolated at all from polluted soil, which, however, harbored various plant pathogens (*Acidovorax avenae*, *Clavibacter michiganense*, *Ps. marginalis*, *Ps. syringae*, *Ps. viridiflava*, *Rathayibacter tritici*) and Risk Group 2 human pathogens [4] (*Acinetobacter junii*, *Actinobacillus lignieresii*, *Alcaligenes xylosoxydans*, *Bordetella bronchiseptica*, *Bordetella parapertussis*, *Enterococcus faecium*, *Kluyvera ascorbata*, *Moraxella catarrhalis*,

*Ochrobactrum anthropi*, *Yersinia pseudotuberculosis*) not found in pristine soil. Particularly abundant in PHC soil were known petrol hydrocarbon degraders such as *Alcaligenes piechaudii*, *Ps. putida*, and *Stenotrophomonas maltophilia*. After eight weeks, 75 bacteria species were identified in polluted compared to 80 in pristine soil. Interestingly, the bacilli diversity has become similar in polluted and pristine soil and actinomycetes$^{(+)/(-)}$ have also appeared in PHC soil. Potential petrol hydrocarbon degraders such as *Flavobacterium johnsoniae*, *Ps. fluorescens*, *Ps. putida*, *Ps. stutzeri*, *Ps. syringae*, and *Vibrio furnissii* have still occurred only or in particular great numbers in contaminated soil.

Occurrence and frequency of bacteria species in soil also depended on the crops. Most colony morphotypes were detected on agar plates from mustard rhizosphere samples (9 to 13 cmt plate$^{-1}$) and mainly from polluted soil after eight weeks. Important hydrocarbon-degraders, including *Alcaligenes piechaudii*, *Flavobacterium johnsoniae*, *Pseudomonas* spp., and *Vibrio furnissii* were particularly promoted in the contaminated root zones of mustard and vetch. Interestingly, the appearance of actinomycetes$^{(+)/(-)}$ in PHC soil after eight weeks was confined to the rhizospheres of mustard and vetch.

Initial concentrations of TPHs (1517 mg kg$^{-1}$) and TPAHs (71.4 mg kg$^{-1}$) have declined significantly ($\underline{P}$<0.05) in all treatments during 95 days. In unplanted soil, 68.7% of TPHs and 59% of the TPAHs had disappeared. Mustard and vetch plants have further fostered the biodegradation of petrol hydrocarbons reaching final TPH concentrations that were 15.6% and 12%, respectively, lower than in unplanted soil. Ryegrass had no beneficial effect on the removal of TPHs and none of the crops had aided the biodegradation of TPAHs in soil.

**4. Discussion.** Ryegrass, vetch, and mustard were compared in the greenhouse for their capabilities to enhance the biodegradation of PHCs in soil from a former gas plant site.

Toxicity of light petrol constituents (e.g. octane, BTEX) to plants and also unfavorably changed chemical, physical, and biological soil conditions can affect plant growth [24]. Poor plant growth in hydrocarbon-contaminated soils is often the result from severe water repellency that affects the water regime in soil [16, 25]. Several *Bacillus* spp. and actinomycetes had vanished from PHC soil and these microbes were linked to plant disease suppression [33]. Correspondingly, plant pathogens, e.g. *Clavibacter michiganense* and *Pseudomonas syringae*, were more abundant in the polluted than in the pristine rhizosphere of young plants.

Despite plant growth depression, PHCs were biodegraded more rapidly in planted soil. Within 95 days, 73.6% or 72.4% of the initial 1517 mg TPH $kg^{-1}$ have disappeared from soil planted to mustard or vetch as compared with 68.7% from unplanted soil.

The ability to accelerate petrol hydrocarbon degradation in soil has differed among the crops. The PHC removal during 95 day was greatest for mustard while vetch had the highest degradative activity. No remedial effect was seen for ryegrass despite its large root mass. It has repeatedly been shown that the potential to ameliorate contaminated soils differs among species and even varieties and no correlation exists between root mass and a plants capacity to foster pollutant degradation [22, 39, 17].

Interestingly, mustard and vetch in particular have promoted the proliferation of bacteria, including *Alcaligenes piechaudii*, *Flavobacterium johnsoniae*, *Ps. fluorescens*, *Ps. putida*, *Ps. stutzeri*, *Ps. syringae*, *Stenotrophomonas maltophilia*, and *Vibrio furnissii* that are common and efficient degraders of aliphatic and aromatic hydrocarbons in soil [5, 34, 38, 30].

After all, the promotion by plants of PHC biodegradation in soil was only moderate. Interestingly, in this regard, the number of bacteria in the rhizosphere of juvenile crops was not enhanced. This absence of an early rhizosphere effect in PHC soil was presumably the result of surplus carbon from PHCs. Weeks later, bacteria in PHC soil were much more abundant in the rhizosphere. Easy available PHC fractions had likely ceased in polluted soil and, therefore, microorganisms became carbon limited as common in soils and only root deposits remained a major source of surplus carbon for increased microbial growth in the root zone. This delayed rhizosphere effect has eventually accelerated the degradation of residual PHCs, but 95 days were obviously too short for more decisive plant effects.

Presumably, easy available portions of organic soil contaminants must be consumed first by soil microorganisms before the remedial benefits of the rhizosphere come into full effect. As such, a more rapid depletion of readily available PHC fractions in polluted soil planted to mustard and vetch as indicated by the early appearance of actinomycetes in their root zones after eight weeks may have contributed to the more pronounced beneficial effects of both crop species on overall TPH removal.

Moreover, the stage of plant development is important for phytoremediation effects. Bacterial growth and metabolism and hence the biodegradation of organics in the rhizosphere increase gradually and often peak after a few months of plant growth [14]. The rhizosphere effect on

bacterial numbers was greater for blooming than for juvenile crops in this study.

No plant-accelerated biodegradation at all was observed for the more persistent petrol hydrocarbon constituents, the PAHs. Fifty nine percent of initial TPAH amounts disappeared from bare soil within 95 days, which suggests good bioavailability. Part of the residual 41% of US EPA-PAHs was likely to be less available to microbial attack since the contaminants were in soil for many years and increasing portions of PAHs are becoming sequestered with time in soil [1, 10]. Because plants are able to enhance mobility and availability of weathered PAHs and other POPs in soil [12, 21, 37, 19] rhizosphere effects on PAH biodegradation may only become evident when bioavailable portions have disappeared and sequestered PAH residues prevail.

Of all crops, only ryegrass has hindered PHC degradation in soil. This compares with a negative rhizosphere priming effect, which is the phenomenon of a depressed decomposition of soil organic matter in the root zone of certain plant species or at certain stages of plant development [14]. This has been attributed to a decreased microbial growth and metabolism in affected rhizospheres, e.g. due to root uptake of large amounts of nitrogen and hence N deficiency in the root zone [26]. Ryegrass takes up from soil much more nitrogen than most other crops [23]. As a possible consequence, available N was very rapidly depleted in the densely rooted grass pots causing a nitrogen limitation to microbial growth. The fewer bacteria in the rhizosphere of ryegrass as compared with mustard and vetch are indicative of this. An adequate fertilization is thus critical for positive rhizosphere priming effects and an increased break down of hydrocarbons during phytoremediation and not only with respect to nitrogen because all nutrients other than carbon are strongly limited in the root zone [31, 13, 14].

However, negative rhizosphere priming effects can turn into positive ones as plant development advances [6]. For ryegrass, a negative rhizosphere priming effect has slowly become positive after 2.5 months of growth [15]. Consequently, observation periods longer than the 95 days in this study are required to examine for plant effects on the fate of organic pollutants. Yet, the biodegradation of organics in the rhizosphere can perhaps be accelerated by preventing limitations for plant and microbial growth such as by providing sufficient amounts of nitrogen via fertilization or through cropping legumes as pure or mixed stands.

**5. Conclusions.** Crops have the potential to foster the biodegradation of petrol hydrocarbons in soil but phytoremediation effects largely correlate

with plant species and age and the availability of contaminants and nutrients. As long as petrol hydrocarbons are available in quantities that substantially promote microbial growth in soil, crops are not likely to aid soil bioremediation unless they overcome nitrogen or other nutrient limitations for extra biodegradation. Only as the availability to microbes of PHCs in soil declines with time, beneficial rhizosphere effects on microbial growth will increase and so may the extra break down of PHCs in contaminated soil planted to crops. Further research, particularly on the interrelations between contaminant and nutrient availability and the biodegradation of organic pollutants in plant rhizospheres is crucial for making considerable progress in phytoremediation applications.

The work was made possible by funding through the stipend program of the Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück. I thank Dr. Sigfrid Köhn and Dr. Kristin Peters for helping with the experiments.

### *References*

1. *Alexander, M.*, 1995. How toxic are toxic chemicals in soil? Environ. Sci. Technol. 29, 2713-2717.

2. *Aprill, W., Sims, R.C., 1*990. Evaluation of the use of prairie grasses for stimulating polycyclic aromatic hydrocarbon treatment in soil. Chemosphere 20, 253-265.

3. *Banks, M.K., Pekarek, S., Rathbone, K., Schwab, P., 1997.* Phytoremediation of petroleum contaminated soils: Field assessment. In: Leeson, A., Alleman, B.C. (Eds.), *In Situ* and On-Site Bioremediation (Vol. 3). Battelle Press, Columbus, OH, pp. 305-308.

4. *BGCh*, 2002. Sichere Biotechnologie – Einstufung biologischer Arbeitsstoffe: Bakterien. Merkblatt B 006 (Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie), Jedermann-Verlag, Heidelberg, 306 pp.

5. *Bühler, M., Schindler, J.,* 1984. Aliphatic hydrocarbons. In: Rehm, H.-J., Reed, G. (Eds.), Biotechnology: A Comprehensive Treatise in 8 Volumes. Biotransformations (Vol. 6a), Verlag Chemie, Weinheim, pp. 329-386.

6. *Cheng, W.*, 1996. Measurement of rhizosphere respiration and organic matter decomposition using natural $^{13}C$. Plant Soil 183, 263-268.

7. *Cunningham, S.D, Shann, J.R., Crowley, D.E., Anderson, T.A.*, 1997. Phytoremediation of contaminated water and soil. In: Kruger, E.L., Anderson, T.A., Coats, J.R. (Eds.), Phytoremediation of Soil and Water Contaminants. ACS Symposium Series 664, American Chemical Society, Washington, DC, pp. 2-17.

8. *Cunningham, S.D., Anderson, T.A., Schwab, A.P., Hsu, F.C.,* 1996. Phytoremediation of soils contaminated with organic pollutants. Adv. Agron. 56, 55-114.

9. *DIN* (Deutsches Institut für Normung e.V.), 1981. Methode Nr. 38409-18, Bestimmung von Kohlenwasserstoffen in Wasser mit Hilfe eines IR-Ölmessgerätes. In: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Summarische Wirkungs- und Stoffkenngrößen, Gruppe H., Beuth Verlag, Berlin.

10. *Hatzinger, P.B., Alexander, M.,* 1995. Effect of aging of chemicals in soil on their biodegradability and extractability. Environ. Sci. Technol. 29, 537-545.

11. *Hirte, W.F.*, 1961. Glycerin-Pepton-Agar, ein vorteilhafter Nährboden für boden-bakteriologische Arbeiten. Zbl. Bakt. II Abt. 114, 141-146.

12. *Hülster, A., Müller, J.F., Marschner, H.,* 1994. Soil-plant transfer of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans to vegetables of the cucumber family (*Cucurbitaceae*). Environ. Sci. Technol. 28, 1110-1115.

13. *Joner, E.J., Corgié, S.C., Amellal, N., Leyval, C.,* 2002. Nutritional constraints to degradation of polycyclic aromatic hydrocarbons in a simulated rhizosphere. Soil Biol. Biochem. 34, 859-864.

14. *Kuzyakov, Y.*, 2002. Review: Factors affecting rhizosphere priming effects. J. Plant Nutr. Soil Sci. 165, 382-396.

15. *Kuzyakov, Y., Ehrensberger, H., Stahr, K.,* 2001. Rhizodeposition of *Lolium perenne* on two nitrogen levels and enhance of humus decomposition. Soil Biol. Biochem. 33, 61-74.

16. *Li, X., Feng, Y., Sawatsky, N.*, 1997. Importance of soil-water relations in assessing the endpoint of bioremediated soils: I. Plant growth. Plant Soil 192, 219-226.

17. *Liste, H.-H., Alexander, M.*, 1999. Rapid screening of plants promoting phenanthrene degradation. J. Environ. Qual. 28, 1376-1377.

18. *Liste, H.-H., Alexander, M.*, 2000a. Plant-promoted pyrene degradation in soil. Chemosphere 40, 7-10.

19. *Liste, H.-H., Alexander, M.*, 2000b. Accumulation of phenanthrene and pyrene in rhizosphere soil. Chemosphere 40, 11-14.

20. *McCutcheon; S.C., Jerald L. Schnoor, J.L.*, 2003. Phytoremediation: Transformation and Control of Contaminants. John Wiley and Sons, Hoboken, NJ, 987 pp.

21. *Qiu, X., Leland, T.W., Shah, S.I., Sorensen, D.L., Kendall, E.W.*, 1997. Field study: Grass remediation for clay soil contaminated with polycyclic aromatic hydrocarbons. In: Kruger, E.L., Anderson, T.A., Coats, J.R. (Eds.), Phytoremediation of Soil and Water Contaminants. ACS Symposium Series 664, American Chemical Society, Washington, DC, pp. 186-199.

22. *Reddy, B.R., Sethunathan, N.J.*, 1983. Mineralization of parathion in the rhizosphere of rice and pearl millet. Agric. Food Chem. 31, 1379-1381.

23. *Richter, K.* 1986. Ackergras. In: Breunig, W., Märtin, B., Wojahn, E. (Eds.), Pflanzenproduktion (Futterproduktion). VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, pp. 79-85.

24. *Salanitro, J.P., Dorn, P.B., Huesemann, M.H., Moore, K.O., Rhodes, I.A., Jackson, L.M.R., Vipond, T.E., Western, M.M., Wisniewski, H.L.*, 1997. Crude oil hydrocarbon bioremediation and soil ecotoxicity assessment. Environ. Sci. Technol. 31, 1769-1776.

25. *Sawatsky, N., Li, X.*, 1997. Importance of soil-water relations in assessing the endpoint of bioremediated soils: II. Water-repellency in hydrocarbon contaminated soils. Plant Soil 192, 227-236.

26. *Schimel, J.P., Jackson, L.E., Firestone, M.K.*, 1989. Spatial and temporal effects on plant microbial competition for inorganic nitrogen in a California annual grassland. Soil Biol. Biochem. 21, 1059-1066.

27. *Shimp, J.F., Tracy, J.C., Davis, L.C., Lee, E., Huang, W., Erickson, L.E., Schnoor, J.L.*, 1993. Beneficial effects of plants in the remediation of soil and groundwater contaminated with organic materials. Environ. Sci. Technol. 23, 41-77.

28. *Smibert, R.M., Krieg, N.R.*, 1994. Phenotypic characterization. In: Gerhardt, P., Murry, R.G.E., Wood, W.A., Krieg, N.R. (Eds.), Methods for General and Molecular Bacteriology. American Society for Microbiology, Washington, DC, pp. 607-615.

29. *Suslow, T.V., Schroth, M.N., Isaka, M.*, 1982. Application of a rapid method for gram differentiation of plant pathogenic and saprophytic bacteria without staining. Phytopathology 72, 917-918.

30. *UM-BBD* (The University of Minnesota Biocatalysis/Biodegradation Database), 2003. Microbial biocatalytic reactions and biodegradation pathways primarily for xenobiotic, chemical compounds. At: <*http://umbbd.ahc.umn.edu/*>, Retrieval 2003-12-05.

31. *Uren, N.C.*, 2001. Types, amounts, and possible functions of compounds released into the rhizosphere by soil-grown plants. In: Pinton.

R., Varanini, Z., Nannipieri, P. (Eds.), The Rhizosphere: Biochemistry and Organic Substances at the Soil-Plant Interface. Marcel Dekker, New York, pp. 19-40.

32. *US EPA* (U.S. Environmental Protection Agency), 1998. Method 610, Polynuclear aromatic hydrocarbons. In: Methods for Organic Chemical Analysis of Municipal and Industrial Wastewater. <*http://www.epa.gov/waterscience/methods/guide/methods.html*>.

33. *Van Bruggen, A.H.C., Semenov, A.M.,* 2000. In search of biological indicators for soil health and disease suppression. In: Zeiss, M.R. (Ed.), Soil Health: Managing the Biotic Component of Soil Quality. Appl. Soil Ecol. (Special Issue) 15, pp. 13-24.

34. *Wallnöfer, P.R., Engelhardt, G.,* 1984. Aromatic and heterocyclic structures. In: Rehm, H.-J., Reed, G. (Eds.), Biotechnology: A Comprehensive Treatise in 8 Volumes. Biotransformations (Vol. 6a), Verlag Chemie, Weinheim, pp. 277-328.

35. *Westergaard, K., Müller, A.K., Christensen, S., Bloem, J., Sørensen, S.J.,* 2001. Effects of tylosin as a disturbance on the soil microbial community. Soil Biol. Biochem. 33, 2061-2071.

36. *Westlake, K., Archer, D.B., Boone, D.R.,* 1995. Diversity of cellulolytic bacteria in landfill. J. Appl. Bacteriol. 79, 73-78.

37. *White, J.C.*, 2000. Phytoremediation of weathered *p,p'*-DDE residues in soil. Internat. J. Phytoremed. 2, 133-144.

38. *Wilson, S.C., Jones, K.C.,* 1993. Bioremediation of soil contaminated with polynuclear aromatic hydrocarbons (PAHs): A review. Environ. Pollut. 81, 229-249.

39. *Wiltse, C.C., Rooney, W.L., Chen, Z., Schwab, A.P., Banks, M.K.,* 1998. Greenhouse evaluation of agronomic and crude oil-phytoremediation potential among alfalfa genotypes. J. Environ. Qual. 27, 169-173.

40. *Wootton, M.A., Kremer, R.J., Keaster, A.J.,* 1993. Effects of carbofuran and the corn rhizosphere on growth of soil microorganisms. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 50, 49-56.

# Сообщество бактерий в ризосфере и биологический распад углеводородов в почве при выращивании полевых культур

Ханс-Хольгер Листе

В целях исследования способности ряда зерновых, бобовых и крестоцветных культур произрастать и способствовать разложению углеводородов в почве, загрязненной углеводродами, проведен эксперимент по выращиванию культур в оранжерейных условиях в горшках с загрязненной почвой. Горчица и вика посевная способствовали наиболее интенсивной деградации углеводородов, а также показали самое большое количество бактерий в ризосфере. Ни одна из зерновых культур не способствовала распаду углеводородов в почве.

Ключевые слова: бактерии, бионакопление, биологический распад, зеровые культуры, ароматические углеводороды, нефтяные углеводороды, фиторемидиация, ризосфера.

УДК 551.14

# ВЛИЯНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КРУПНЫХ ГОРНЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ НА ЛАНДШАФТЫ И УСТОЙЧИВОСТЬ ЭКОСИСТЕМ

И.Х. Абдуллаев
Ташкентский Государственный Педагогический Университет

Статья посвящена вопросам влияния строительства и функционирования крупных горных водохранилищ на ландшафты и устойчивость экосистем. Рассматриваются возможности использования горных водохранилищ в рекреационных целях.

Ключевые слова: водохранилище, экосистема, ландшафты, горы, регион, климат, прогноз, изменение, рекреация.

Гидротехнические сооружения являются одним из главных факторов трансформации естественных и формирования новых антропогенных ландшафтов. Поэтому, проблема изучения воздействия строительства крупных гидротехнических сооружений на природную среду является одной из актуальных задач антропогенного ландшафтоведения. Крупные гидротехнические сооружения (водохранилища, каналы, дамбы) были созданы и в древних цивилизациях, особенно в аридных областях, где орошение земель было жизненной необходимостью и служило важным фактором создания и развития социальной инфраструктуры государств и целых регионов.

Водохранилища Узбекистана, созданные за последние полвека в основном служат регулированию режима речного стока и получения электроэнергии. Необходимость создания водохранилищ очевидна, особенно в целях обеспечения населения питьевой водой, а также водопотребления и водопользования в сельском хозяйстве. Они существенно преобразовали ландшафты многих речных долин, их создание изменило природу не только самих водных объектов, но и прилегающих территорий. Водохранилища созданные и управляемые человеком объекты, но они испытывают сильнейшее воздействие

© Абдуллаев И.Х., 2010

природных, прежде всего гидрометеорологических факторов. Водохранилища, являясь техногенным творением человека, в то же время являются природными системами со своеобразной системой взаимосвязей, подчиняющихся общим законам природной среды.

При строительстве и функционировании водохранилища нарушается естественный рисунок природных ландшафтов, происходит трансформация их в природно-антропогенные, появляются новые типы антропогенных ландшафтов со своеобразием природных процессов и явлений. Строительство и функционирование крупных гидротехнических сооружений приводит к следующим изменениям в природной среде: нарушению гидрогеологических, климатических, эдафических, биотических и антропогенных условий данной территории. Это приводит к изменению всего природно-техногенного комплекса, окружающего акваторию водохранилища. Изучение и анализ источников и факторов изменения, их прогноз, является основной задачей, стоящей перед географами-ландшафтоведами, которые занимаются проблемами рационального использования природной среды.

Проблемой влияния крупных гидротехнических сооружений (водохранилищ) на изменение компонентов окружающей среды и их роли в трансформации естественных и формировании новых антропогенных ландшафтов изучались в различных отраслях технических, строительных, инженерно-геологических, географических и других науках. В связи с этим разработаны и рекомендованы различные понятия и определения, касающиеся непосредственно проектирования, строительства и функционирования водохранилищ, и их влияния на трансформацию ландшафтов.

Водохранилища, имея большие возможности для организации активного отдыха и оздоровления населения, вместе с тем нуждаются в научном подходе и использовании в рекреационных целях. Некоторые крупные реки, озера, водохранилища в различных странах, при нерациональном отношении к ним, к их природным особенностям быстро становятся носителями различных болезней, очагами разрушения природной среды, загрязнения водных ресурсов. Поэтому разрабатываются оптимальные и предельные нормы нагрузок на акваторию и ландшафт прибрежной зоны водохранилищ.

Эти нормы различаются по странам и районам. В США считается, что на 1 весельную лодку надо иметь от 0,4 до 2,0 га водной поверхности, на моторную и парусную – от 1,2 до 8 га, на водные лыжи

– от 4 до 16 га (для проведения соревнований), на одного купающегося от 4,6 до 23 кв. метров водной поверхности и от 20 до 46 кв. метров пляжа, около 300 кв. метров прибрежной территории на одного отдыхающего. Водохранилище с площадью 500 га и выше отвечает всем требованиям, предъявляемым к водоемам, используемых для спортивных тренировок и проведения соревнований. Американские исследователи считают, что в период наибольшего посещения водохранилищ отдыхающими, колебания уровня воды не должны превышать 30-60 см (А.Б. Авакян, В.П.Салтанкин, 1986).

По условиям использования для отдыха выделяются следующие группы водохранилищ (А.Б. Авакян, В.Б.Яковлева, 1976):

1. Водохранилища, специально созданные в рекреационных целях и практически полностью доступные для всех видов отдыха.
2. Водохранилища комплексного назначения, рекреационный потенциал которых используется не в полной мере в связи с недостаточно благоприятным режимом уровней воды в период массового отдыха.
3. Водохранилища, использование которых возможно лишь для отдельных видов отдыха или на отдельных участках.
4. Одноцелевые водохранилища, рекреационное использование которых невозможно (небольшие водохранилища питьевого и рыбохозяйственного назначения).

Чарвакское водохранилище является крупным гидротехническим сооружением комплексного назначения, созданная в горной котловине, характерной особенностью которого является достаточно широкое использование его в рекреационных целях. Прибрежная зона Чарвакского водохранилища, особенно его южная часть, использовалась в рекреационных целях до строительства и функционирования водохранилища. Сюда относятся долина р.Чимгансай и левобережье р.Чаткал. Эта территория с прекрасными живописными склонами гор Большого Чимгана, Малого Чимгана, урочища Кызылджар. Она была использована для горного туризма, зимних видов спорта и просто для развлечения и отдыха населения. Здесь же были построены туристическая база «Чимган», оздоровительные санатории, несколько детских оздоровительных лагерей. В летний период здесь по разным оценкам отдыхало 5-10 тысяч человек ежегодно. После строительства водохранилища число отдыхающих в этой зоне увеличилось в несколько раз. Этому способствовало строительство новой автомобильной дороги вокруг

водохранилища, береговые пляжи, новые прибрежные зоны Бакачуль, Прибрежная, Юбилейный и.т.д. Вдоль побережья были построены множество новых зон отдыха, санаторий, пансионатов, пляжи, детские оздоровительные лагеря, лодочная станция. На южном побережье возникли новые поселки Юбилейный, Янгикурган, Юсупхана. Множество коттеджей и кемпингов было построено на склонах гор Кунгурбука.

Все это способствовало возникновению и использованию новых рекреационных возможностей данной территории. Вместе с тем природные возможности этой территории, особенно в прибрежной зоне уже находятся на грани истощения. Идет деградация почвенного и растительного покрова. Многие виды животных исчезают. Усиливаются эрозионные процессы. Это характерно для всего южного побережья (полоса шириной до 200 м). Дальнейшее строительство объектов рекреации приведет к необратимым процессам. Сегодня по разным оценкам, только за летний период, здесь отдыхает около 100 тысяч человек. В воскресные дни только в зоне «Прибрежная», на пляже, в погожие дни останавливаются от 500 до 1500 автотуристов. В этой зоне нет никакой санитарной охраны, нет гигиенических пунктов. Вместе с тем идет хищническое использование водных и других природных ресурсов данной территории. Вырубаются кустарники, ореховые рощи, загрязняются природные источники.

Долина р.Чимгансай сегодня является одной из наиболее используемой зоной для целей рекреации. Здесь находится свыше 20 крупных объектов рекреации. Это туркомплекс «Чимган», туберкулезный санаторий, спорткомплекс «Чимган», множество школьных оздоровительных лагерей. Вся долина р.Чимгансай, в прирусловой зоне, особенно его средняя часть и устье очень сильно загрязнено различными продуктами хозяйственной деятельности человека. Уникальнейшие сообщества растительного и животного населения хищнически эксплуатируются, создается неблагоприятная экологическая ситуация, когда остановить рекреационное использование территории невозможно, но идет и деградация природной среды. Здесь необходимо проведение специальных комплексных научных исследований с целью выяснения экологической безопасности данной территории и рационального использования природных ресурсов.

Наименее используемой зоной в рекреационных целях является восточное и северо-восточное побережья Чарвакского водохранилища.

Эта зона начинается у пос.Обирахмат и протягивается вдоль побережья до сел.Нанай. Использование этой зоны еще на начальной стадии, хотя в районе пос. Бричмулла и Янгикурган, находятся множество рекреационных объектов. Но далее вдоль побережья почти нет рекреационных объектов, хотя этот район изобилует природными ресурсами, особенно наличием чистых водных источников.

Достаточно интенсивное освоение в рекреационных целях имело место по западному побережью Чарвакского водохранилища, в зоне селения Сиджак и в устье р. Наувалисай. Здесь было построено множество домов отдыха, пансионатов, кемпингов, но они в основном функционировали в летнее время и урон наносимый живой природе не был хищническим. В то же время увеличения населения приносило урон древесным ассоциациям, т.к. многие деревья вырубались в качестве топлива. Таким образом, были уничтожены многие уникальные ореховые рощи, которыми ранее изобиловали почти все долины саев и суходолов. В последнее время здесь организовано специальное общество охотников и егерей, которые охраняют природу от браконьеров и от нерационального использования лесных ресурсов данной зоны. Создание здесь крупных рекреационных объектов неблагоприятно отразится на экологической обстановке данной территории. Но вместе с тем здесь можно организовать отдельные туристические комплексы для развития горного туризма и альпинизма.

***Библиографический список***

1. *Авакян А.Б, Яковлева В.Б* Рекреационное использование водохранилищ / Изв. АН СССР. Сер.геогр. 1973. № 6.С.37-43

2. *Авакян А.Б, Яковлева В.Б.* Повышение эффективности использования водохранилищ гидроэлектростанций. //Гидротехническое стр-во, 1976. №12. С. 9-13

3. *Авакян А.Б., Салтанкин В.П.* О научном обосновании мероприятий по повышению эффективности комплексного использования водохранилищ. //Инф. бюлл. по вод. хоз-ву, 1982. №2. С.26-30.

INFLUENCE OF CONSTRUCTION AND BIG MOUNTAIN WATER RESERVOIR'S FUNCTIONING NO THE LANDSCAPE'S AND ECOSYSTEMS EXCHANGES

I. Kh. Abdullayev
Tashkent State Pedagogical University. Dep-t Geography Faculty of nature science's Yusuf Hos Hojib, Tashkent, Uzbekisnan.

The results at present article contents there are described. Influence of construction and big mountain water reservoir's functioning no the landscape's and ecosystems exchanges

Key words: water reservoir's, ecosystems, landscape's, mountain, region, climate, river, prognosis, change, recreation.

УДК 631.4.

# ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

Т.Н. Азарёнок, Г.С. Цытрон, Л.И. Шибут
РУП «Институт почвоведения и агрохимии» НАН Беларуси,
220108, г. Минск, ул. Казинца, 90[a], e-mail: soil@tut.by; tanik63@mail.ru

На основании сопоставления предварительно систематизированных разновременных данных I и III туров крупномасштабного почвенного картографирования пахотных земель Белорусского Полесья показана антропогенная трансформация их почвенного покрова.

Ключевые слова: почвенный покров**,** крупномасштабное почвенное картографирование, трансформация, антропогенно-преобразованные почвы.

**Введение.** Территория Белорусского Полесья является одним из наиболее освоенных регионов Беларуси и поэтому процессы антропогенизации территории имеют здесь довольно высокую степень выраженности. В условиях же ускоряющегося экономического развития страны, сопровождающегося вовлечением в хозяйственное использование все больших территорий, эти процессы приобретают исключительное значение. Масштабная мелиорация, развивающееся промышленное, коммунальное и дорожное строительство, прокладка линий электропередач и трубопроводов, добыча полезных ископаемых, культуртехнические работы, рекультивация земель, агрогенная трансформация и др. ведут к тому, что в этом регионе

© Т.Н. Азарёнок, Г.С. Цытрон, Л.И. Шибут, 2010

почвенный покров подвергается существенным преобразованиям, выражающимся в формировании почв, которые по строению и свойствам резко отличаются от фоновых зональных [6]. Поэтому, исследования региональной динамики почв и почвенного покрова, в условиях возрастающей на них антропогенной нагрузки, является весьма актуальной современной проблемой.

**Объекты и методы исследований.** Исследования выполнены на основе сравнительно-пространственно-временного анализа материалов I и III туров крупномасштабного почвенного обследований пахотных земель Белорусского Полесья [2-4]. В административном отношении к территории Белорусского Полесья относятся Брестская область, исключая Барановичский, Ляховичский, Пружанский и Каменецкий районы, Гомельская область, Любанский, Стародорожский и юг Солигорского района Минской области, Глусский и южные части Бобруйского и Кировского районов Могилевской области.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Вовлеченные в сельскохозяйственный оборот почвы этого региона многие десятилетия подвергаются антропогенным воздействиям. Особенно активно это воздействие сказывается на протяжении последних 40 лет, что в той или иной степени меняет естественный ход развития почв и почвенного покрова Белорусского Полесья.

Проведенные исследования по выявлению влияния антропогенных факторов на динамику свойств почв и почвенного покрова сельскохозяйственных земель показывают, что за указанный выше период воздействие человека на почвы и реакция почв на это воздействие различны.

Для территории Белорусского Полесья наиболее характерными являются, с одной стороны, процессы окультуривания почв, способствующие улучшению их агрохимических свойств, а с другой, процессы сработки органического вещества в осушенных агроторфяных почвах и уменьшения гумуса в агродерновых остаточно-оглеенных почвах, а также процессы вторичного заболачивания и дефляции.

Культурное развитие наиболее распространенных в регионе агродерново-подзолистых и агродерново-подзолистых заболачиваемых почв способствовало приобретению аккумулятивного строения их профиля, где элювиальная часть трансформируется в гумусово-аккумулятивный горизонт. Под влиянием процессов

окультуривания заметно увеличиваются в почвах запасы питательных веществ, снижается кислотность. Так по данным крупномасштабного агрохимического обследования площади кислых почв, а также слабообеспеченных гумусом, подвижным фосфором и обменным калием составляют в настоящее время соответственно 6,0, 26,4, 23,6, 5,7%, против 49,5, 41,0, 90,3 и 92,9% при I туре обследования [1, 2, 3].

Деградационные же процессы приводят к формированию на территории региона менее плодородных почв – дегроторфоземов остаточно-оглеенных и агроземов светлых[2].

Систематизация материалов I и III туров крупномасштабного почвенного картографирования пахотных земель региона [1-3] показала, что компонентный состав их почвенного покрова за последние десятилетия претерпел значительные изменения. Основной фонд пахотных земель составляли (76,7%) и составляют (69,0%) агродерново-подзолистые и агродерново-подзолистые заболачиваемые почвы (рис. 1).

При I туре почвенного обследования (рис. 1.) агродерново-подзолистые почвы составляли 49,1% пахотных земель Белорусского Полесья, к III же туру произошло существенное сокращение их удельного веса до 32,6%, а удельный вес агродерново-подзолистых заболачиваемых почв наоборот увеличился с 27,6% до 36,4%. Следует также отметить, что доля агродерновых заболачиваемых почв в составе пашни за период между I и III турами крупномасштабного почвенного обследования возрасла в 2,6 раза, а агроторфяных – уменьшилась на 3,6%.

Антропогенно-преобразованные почвы, которые ранее не выделялись, составляют по данным III тура 4,1% пахотных земель исследуемого региона. Среди антропогенно-преобразованных почв преобладают дегроторфоземы остаточно-оглеенные [5, 6]. Их доля равна 3,8% общей площади пахотных земель или 91,8% площади всех антропогенно-преобразованных почв. Дегроторфоземы остаточно-оглеенные образуются на месте осушенных агроторфяных маломощных почв в результате частичной или полной сработки органогенного слоя при нерациональном их использовании их в качестве пахотных земель. В зависимости от мощности агроторфяно-минерального горизонта, подстилаемого минеральной остаточно-

[2] Номенклатура почв приводится согласно «Классификация, диагностика и систематический список почв Беларуси», 2007 [5]

оглеенной породой, и содержания в нем органического вещества, выделяются 3 вида дегроторфоземов: торфяно-минеральные с содержанием органического вещества (ОВ) 50,0-2,01%; минеральные остаточно-торфяные с содержанием ОВ 20,0-5,1% и минеральные постторфяные с содержанием ОВ менее 5,0%.

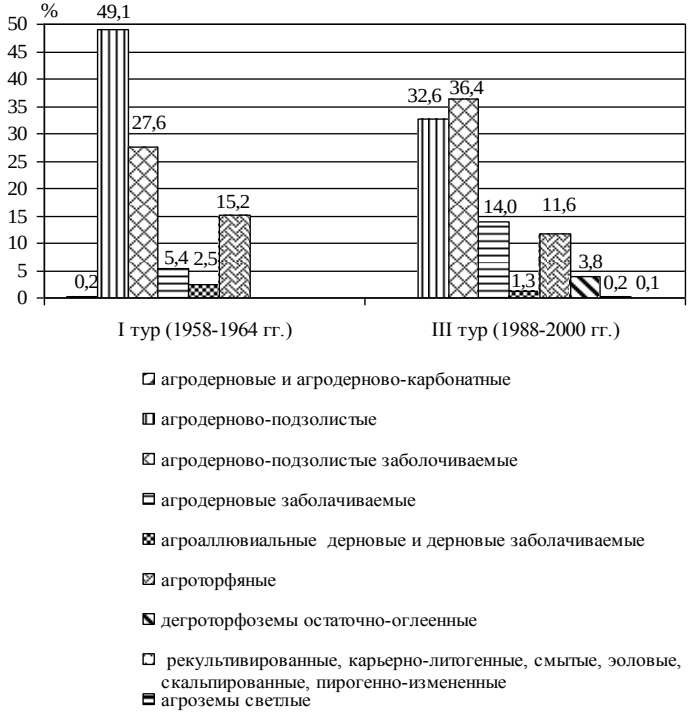



**Рис. 1. Распределение почв пахотных земель Белорусского Полесья по типовой принадлежности, % (по результатам I и III туров крупномасштабного почвенного картографирования)** [2, 3 ,4]

В результате агрогеннного преобразования (главным образом, глубокой вспашки без внесения достаточных для процесса окультуривания доз органических и минеральных удобрений) автоморфных дерново-подзолистых, подзолистых и дерновых маломощных почв, а также осушенных подзолистых заболачиваемых, дерново-подзолистых заболачиваемых, дерновых заболачиваемых маломощных почв формируются агроземы светлые [5].

На отдельных массивах осушенных торфяников республики, там, где наблюдается отрыв капиллярной каймы от основания торфяной залежи, приводящей к необратимой коагуляции органических коллоидов и почти полной потере плодородия, происходит формирование дегроторфоземов порошисто-слитых. Также в отдельных хозяйствах Полесской зоны встречаются агроторфоземы поверхностно-перемешанные и агроторфоземы смешанно-слойные. Формирование их обусловлено результатом деятельности человека, направленной на улучшение свойств осушенных торфяных почв с использованием приемов глинования, пескования, покровной культуры, методов глубокой мелиоративной вспашки (модернизированной «немецкой послойно-смешанной культуры» болот).

При проведении различного рода земляных работ на объектах мелиорации, приводящих к перемешиванию верхних слоев исходной почвы, образовались турбированные остаточно-оглеенные почвы. Погребенные почвы также являются результатом строительства осушительных систем, когда практически, ненарушенные почвы перекрываются толщей другого материала. В результате проведения различного рода планировочных и культуртехнических работ на объектах осушения, и прилегающим к ним территорий, когда происходит механическое удаление верхней части почвенного профиля и на дневную поверхность выходят остаточно-оглеенные срединные горизонты, формируются скальпированные остаточно-оглеенные почвы. Если антропогенная деятельность направлена на восстановление плодородия осушенных торфяников после добычи торфа, происходит формирование рекультивированных торфяных почв. Эоловые остаточно-оглеенные почвы сформировались на мощных песках, прилегающих к крупным массивам глубоко осушенных торфяных и полугидроморфных минеральных почв при использовании их под пашню без учета генетических особенностей. Пирогенно-изменнные почвы образовались в результате выгорания органогенных горизонтов торфяных почв в процессе пожара. При пожаре может происходить полное сгорание торфяной толщи до минерального дна болотного массива или верхних слоев торфа, когда сохраняются нижние, более увлажненные торфяные горизонты, которые пригодны для возделывания сельскохозяйственных растений в постпирогенный период. Там, где мелиоративная сеть перестает действовать, появляются постдренированные (вторично-

заболоченные) почвы. В составе пахотных земель вышеназванные почвы занимают около 0,3%. Также за истекший период в составе пахотных земель исследуемого региона значительно вырос удельный вес переувлажненных почв (рисунок 2).

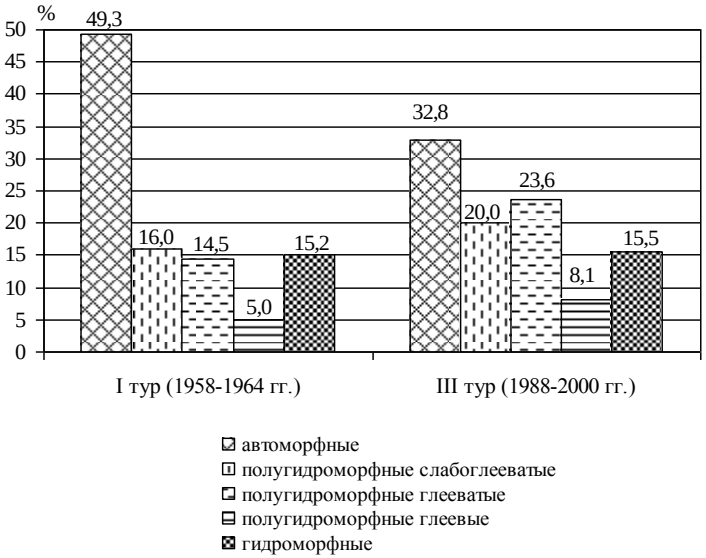



**Рис. 2. Распределение почв пахотных земель Белорусского Полесья по степени увлажнения, % (по результатам I и III туров крупномасштабного почвенного картографирования)** [2, 3 ,4]

Если при I туре обследования в составе пахотных земель доминирующими были автоморфные почвы (49,3%), а полугидроморфные составляли 35,5%, среди которых на долю временно-избыточно увлажненных приходилось 16,0%, на долю глееватых и глеевых – 19,5%, то к III туру площади автоморфных почв сократились в 1,5 раза по сравнению с I туром, а полугидроморфных увеличились до 51,7%. Причем, площади глееватых и глеевых почв составили 31,7%, что в сравнении с I туром больше в 1,6 раза.

Исходя из особенностей исходного почвенного покрова зоны Белорусского Полесья и в силу интенсивного проявления здесь антропогенного фактора, данный регион подвергается обширной дефляционной деградации почв. Дефлированные и

дефляционноопасные почвы занимают здесь более 65% пахотных земель[2-4].

**Выводы.** Таким образом, пространственно-временная трансформация почвенного покрова пахотных земель Белорусского Полесья характеризуется усложнением его компонентного состава в количественном и качественном отношениях.

### *Библиографический список*


1. *Агрохимическая* характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / Под ред. И.М. Богдевича. Мн.: РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси», 2006. 288 с.

2. *Почвы* БССР. Брестская область: площади почв по разновидностям, механическому составу, степени заболоченности, кислотности, обеспеченности фосфором и калием / Министерство сельского хозяйства БССР, БелНИИ почвоведения; под ред. С.Н. Иванова, Н.П. Булгакова, И.Н Соловья. Брест, 1968. 456 с.

3. *Почвы* БССР. Гомельская область: площади почв по разновидностям, механическому составу, степени заболоченности, кислотности, обеспеченности фосфором и калием / Министерство сельского хозяйства БССР, БелНИИ почвоведения; под ред. С.Н. Иванова, Н.П. Булгакова, И.Н Соловья. Гомель, 1968. 586 с.

4. *Почвы* сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: практическое пособие / Под ред. Г.И. Кузнецова, Н.И. Смеяна. Мн.: Оргстрой, 2001. 432 с.

5. *Смеян, Н.И., Цытрон Г.С.* Классификация, диагностика и систематический список почв Беларуси / РУП «Институт почвоведения и агрохимии». Мн., 2007. 220 с.

6. *Цытрон, Г.С.* Антропогенно-преобразованные почвы Беларуси. Мн., 2004. 124 с.


## SPACE-TIME TRANSFORMATION OF SOIL COVER OF ARABLE LAND BELORUSSIAN POLES'E


T.N. Azaronak, G.S. Tsytron, L.I. Shibut



The results of human-induced transformation of soil cover component of Belorussian Poles'e on the based on comparative analysis of systemized data I and III tours large-scale soil mapping are presented.



Key words: soil cover**,** large-scale soil mapping, transformation, human-induced soils.

УДК 631.461:631.459:579.873.2

# МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕДКИХ ПОЧВ В ГОРАХ АЛТАЯ

В.С. Артамонова, В.В. Булгакова, С.А. Худяев
Институт почвоведения и агрохимии СО РАН,
630099, г. Новосибирск, ул. Советская, 18, artamonova @issa.nsc.ru

Впервые приводятся данные о содержании жизнеспособных микроорганизмов и подвижных химических элементов в горных почвах под зарослями жимолости алтайской. Показано влияние почвы, тектонической активности на концентрацию питательных элементов и микроорганизмы, участвующие в минерализации растительных остатков, иммобилизации минерального и атмосферного азота.

Ключевые слова: почва, микроорганизмы, адаптация, минеральные вещества.

Лесные почвы горного окаймления юго-востока Западной Сибири уникальны по происхождению и современному почвообразованию. В оригинальном по экологическим условиям географическом районе – Горном Алтае, расположенном в центре Евразиатского континента, лесной пояс занимает более половины территории. Формирование лесной растительности началось в третичный период, а в настоящее время регистрируется проявление внутрипопуляционной изменчивости некоторых видов под действием тектонической активности. Под пологом или вблизи уникальных коренных лесов, представленных черневой, пихтово-кедровой, кедрово-лиственничной и кедрово-елово-лиственничной тайгой, в подлеске и травостое которой сохранились редкие, реликтовые и эндемичные виды, регистрируются процессы буроземо-, лито-, торфо-, черноземо-, подзолообразования, оподзоливания, псевдооподзоливания и др. В этой связи, современный облик почвенного покрова чрезвычайно мозаичен и своеобразен, а присутствующие в нем самобытные почвы ранних эпох [9], вошли в кадастр особо ценных почвенных объектов России [4]. Такие почвы интересны в эволюционном и полифункциональном аспектах, а многие представители произрастающей флоры, имеющие декоративную, пищевую, лекарственную ценность - в эколого-физиологическом отношении. В последние годы возросло внимание к сохранности лесного био- и педоразнообразия, его физико-химическим механизмам адаптации к внешним факторам, поиску индикаторов

© В.С. Артамонова, В.В. Булгакова, С.А. Худяев, 2010

стрессового состояния растений и почв, в том числе на сейсмические нагрузки.

Факты внутрипопуляционной изменчивости кустарника *Lonicera caerulea* L. [2, 3] и увеличения сладкоплодности (органолептически) плодов жимолости алтайской (*Lonicera altaica* Pall.), побудили интерес к изучению текущей биогенности почв, их способности обеспечивать выживание почвенного населения, ответственного за деструкцию растительных остатков и поставку растениям элементов питания, в геоактивном регионе.

Цель данной работы – дать характеристику жизнепригодности корнеобитаемого слоя жимолости алтайской в почвенных экосистемах для микробных обитателей. Поставленные задачи: определение пула жизнеспособной микрофлоры и ресурса жизненно важных легкоподвижных форм химических элементов, включали обследование диких зарослей кустарника на высоте 1178 - 2070 м над уровнем моря: под пологом осветленных кедрово-лиственничных и кедрово-елово-лиственничных лесов. Отбор почвенных образцов выполнен из разрезов, заложенных на стационарных полигонах (табл.1), расположенных на склонах северной экспозиции Молниебойного хребтика (Центральный Алтай, Усть-Коксинский район) и горы Ак - Туру (Юго-Восточный Алтай, Кош-Агачский район). В первом случае рельеф территории типичен для Катунской горной системы, почвообразование протекает на элювио-делювии коренных пород. Исследованное разнообразие почв соответствует идентифицированному ранее набору почв [10]. Во втором случае - рельеф характерен для Северо-Чуйского хребта, почвообразующие породы которого включают комплекс отложений: карбонатную морену, валунно-галечниковый аллювий, а также элювио-делювий. Породы вмещают значительное содержание первичных минералов, обогащенных алюминием, железом, щелочными и щелочноземельными основаниями. На них формируются почвы, диагностированные нами по отечественной классификации [8]. Почвенные образцы изъяты из разрезов (до глубины 60 см) с учетом приуроченности основной массы корней к слою 20-40см [6].

Таблица 1

**. Значения величины pH, содержание гумуса, подвижных форм химических элементов в почвах под жимолостью алтайской.**

| № разреза | Высота, м | Почва | pH | Гумус, % | Ca | Mg | K | Na | Fe | Mn |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | мг/кг | | | | | |
| Гора Ак-Туру (Республика Алтай, Кош-Агачский район) | | | | | | | | | | |
| А-2 | 2070 | Торфяно-литозем | 4,86 | 7,6 | 1507 | 187 | 69 | 100 | 335 | 79 |
| А-30 | 1967 | Литозем грубогумусовый* | 5,56 | 5,3 | 1940 | 264 | 177 | 100 | 220 | 70 |
| А-5 | 1882 | Бурозем грубогумусовый | 6,33 | 4,3 | 3795 | 286 | 210 | 36 | 49 | 57 |
| А-6 | 1853 | Бурозем грубогумусовый | 5,85 | 6,3 | 3201 | 374 | 290 | 88 | 49 | 82 |
| А-7 | 1805 | Бурозем грубогумусовый | 6,55 | 4,1 | 3201 | 341 | 87 | 39 | 33 | 44 |
| Молниебойный хребтик (Республика Алтай, Усть-Коксинский район) | | | | | | | | | | |
| А-21 | 1309 | Горная лесная черноземовидная* | 6,8 | 18,2 | 9900 | 1150 | 429 | 100 | 27 | 28 |
| А-22 | 1269 | Горная лесная черноземовидная | 6,4 | 10,4 | 6270 | 638 | 370 | 44 | 35 | 43 |
| А-23 | 1268 | Горная лесная черноземовидная | 6,8 | 9,4 | 6105 | 704 | 680 | 39 | 21 | 43 |
| А-24 | 1178 | Чернозем обыкновенный * | 5,9 | 13,1 | 6798 | 605 | 240 | 40 | 9 | 42 |

*- намытые почвы

Почвенно-химические анализы основывались на определениях pH (потенциометрическим методом), гумуса (по С. Никитину), жизненно важных для жимолости легкоподвижных форм элементов: Ca, K, Mg, Fe, Mn, Na (методом атомной абсорбции). Так, кальций необходим для синтеза пектиновых веществ и развития корневых систем. При его дефиците наблюдается ослизнение и отмирание кончика корней. Калий усиливает рост корней, обеспечивает

углеводный и белковый обмен, процесс фотосинтеза. Магний входит в состав хлорофилла, участвует в белковом обмене, а железо - в окислительных процессах. Марганец необходим для активации ряда ферментов.

Почвенно-микробиологические анализы базировались на выявлении микробного комплекса, участвующего в минерализации растительных остатков, формировании биогенных ресурсов плодородия. В этой связи, традиционным методом (с использованием селективных питательных сред) был определен пул жизнеспособных микроорганизмов: бактерий, в том числе актиномицетов, а также грибов (микромицетов) с идентификацией их эколого-трофических групп. Были выделены олигокарбофильные микроорганизмы (на голодном агаре), потребители моносахаров (на кислой и щелочной среде Чапека), утилизаторы минерального азота (на крахмало-аммиачном агаре), фиксаторы молекулярного азота: виды рода *Azotobacter* и олигонитрофильные бактерии (на среде Эшби), олигонитрофильные микроорганизмы (на среде Мишустиной). Об экологической значимости микроорганизмов судили по критериям, заимствованным у Д.Г. Звягинцева [7].

Полученные результаты свидетельствуют о различной обеспеченности растений питательными веществами и высокой сохранности жизнеспособных микроорганизмов в корнеобитаемом слое жимолости алтайской в большинстве исследуемых ситуаций, о чем свидетельствует экологически значимый пул физиологически активных бактерий и грибов. Высокий ресурс олигокарбофильных микроорганизмов сохраняется не только в почвах с признаками черноземообразования (свыше 10 млн КОЕ/г почвы), но и грубогумусовых вариантах (до 7,5 млн КОЕ/г почвы), что связано с их специфической особенностью под горными лесами: растительные остатки разлагаются уже в течение первого года [9], поскольку высокотравье в этих местах грубостебельчатое. Утилизация моносахаров в верхнем слое почв происходит быстро, что подтверждается экологически значимым пулом сахаролитиков. Микроорганизмов, использующих минеральный азот, мало, что свидетельствует о быстрой минерализации растительных остатков. На оголенной поверхности почв развивается альго-цианобактериальный комплекс с участием ностоковых цианобактерий. В корнеобитаемом слое формируется специфический комплекс аэробных кальцефильных бактерий, фиксирующих атмосферный азот, обнаруживших

культурально-морфологическую изменчивость – адаптивный тест на новые условия обитания. Последнее обстоятельство могло быть вызвано сейсмической активностью. Так, в литоземе грубогумусовом присутствуют цианобактерии и диссоцианты представителей *Azotobacter* с выраженной сухой поверхностью колоний, продуцированием пигментообразующих экзометаболитов в окружающую среду (60% колоний/чашка Петри). В горной лесной черноземовидной почве доля диссоциирующих пигментообразующих бактерий не превышает 40% колоний/чашка Петри, но им постоянно сопутствует развитие олигонитрофильных бактерий каплевидной формы слизистой прозрачной консистенции. В черноземе обыкновенном, где пигментированные виды р. *Azotobacter* достигают 80 % роста, олигонитрофилы составляют лишь 8 %. Вместе с тем, в присутствии олигонитрофильных бактерий отмечается тенденция роста микромицетов.

Таким образом, почвенная система генетически регулирует мобилизацию азота, реализуя механизмы культурально-морфологической изменчивости энергозависимых микроорганизмов и симбиотрофных отношений с энергоэкономными (по азоту) партнерами микрофлоры рассеяния. Однако в некоторых локальных геохимических аномалиях с повышенным содержанием подвижных форм металлов и предполагаемой близостью разломов земной коры выявлено существенное угнетение микрофлоры всех таксономических и трофических групп, выживание микроорганизмов азотного тренда в ослизненном виде с участием ностоковых цианобактерий, диссоциантов азотобактера и олигонитрофильных бактерий. Безусловно, такой слизистый комплекс обеспечивает наибольшую жизнеспособность и экономию биогенного азота в корнеобитаемом слое жимолости, что необходимо для накопления растворимых белков как запасной формы, наблюдаемое в случае с корневой сферой сеянцев сосны и ее семян, подверженных низкотемпературному шоку [11]. Слизистые метаболиты микробного генезиса выступают также углеводным «щитом» против радиационных воздействий. Известно [1], что фоновая радиация в горных районах выше, а некоторые радиоактивные элементы могут удерживаться на поверхности почвы живым и мертвым напочвенным материалом - в лесу больше, чем на лугу и пашне (минерализованном слое). Не исключено, что и сами растения активно участвуют в синтезе углеводов в стрессовой ситуации, обеспечивая повышение устойчивости. Феномен накопления

углеводов высшими и низшими растениями, как защитная реакция, известен давно. В свою очередь, высокая требовательность жимолости алтайской к минеральному питанию [6], обусловленная накоплением макро- и микроэлементов в плодах: P – до 35,7 мг %, Mg – до 21,7 мг %, Ca – до 19,3 м г%, Fe – до 0,82мг %, а также Mn, Cu, Si, Al, Ba, Sr, I, возможна лишь в случае произрастания на почвах с нейтральной или слабокислой pH в корнеобитаемом слое, богатых подвижными химическими элементами. Это может быть достигнуто в том случае, когда корень растения меняет состояние питательных веществ в прикорневой зоне, ризосфере, непосредственно путем выделения различных веществ ($CO_2$, аминокислот, сахаров и др.) и повышением растворимости, например карбонатов и фосфатов, и косвенно - путем создания благоприятных условий для бактерий и грибов, участвующих в превращении почвенных минералов, а также накоплении щелочных форм азотистых соединений. В свою очередь, моносахариды (глюкоза, фруктоза) плодов и ягод, а также дисахариды и олигосахариды - ассимилянты, фотосинтезированные в листьях, и передвигающиеся в другие части растения, при поступлении в почву с растительными остатками способствуют выживанию почвенной микрофлоры, в том числе новых видов. Не исключено также и проявление радиационного гермезиса семян и сеянцев самой жимолостью алтайской, экспериментально установленное под действием облучения: стимулировалось прорастание первых и ускорение роста вторых [5], что также благоприятствовало выживанию растения.

В заключение следует сказать, что в исследованных почвах экологически значимый пул жизнеспособных микроорганизмов свидетельствует об их адаптации к сейсмичности, радиоактивному излучению, исходящему из земной коры, воздействию космических лучей. Это обеспечивается формированием симбиотрофного микробного партнерства, слизе- и пигментообразованием, диссоциированием азотфиксирующих кальцефильных видов, что чрезвычайно важно для функциональной системы: растение - почва, сформировавшейся в процессе эволюции на протяжении многих лет в обстановке повторяющейся сейсмичности.

Результаты исследований могут быть использованы для мониторинга круговорота зольных элементов и органического вещества почв при выявлении их изменчивости на локальном уровне под влиянием меняющейся природной среды. Информация о пользе

или вреде таких изменений для живого населения почв позволит обозначить уязвимые места заповедных режимов, провести качественно-количественную оценку состояния уникальных почв, произрастающих на них растений.

***Библиографический список***

1. *Абатуров Ю. Д., Абатуров А. В., Быков А. В. и др*. Влияние ионизирующего излучения на сосновые леса в ближней зоне Чернобыльской АЭС. М.: Наука. 1996. 240 с.

2. *Боярских И. Г., Шитов А. В.* Особенности внутрипопуляционной изменчивости *Lonicera caerulea* L. – жимолости синей в условиях активных геодинамических процессов Горного Алтая/ Биоразнообразие, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее: материалы междунар. конф. – Горно-Алтайск: РИО ГОУВПО «Горно-Алтайский государственный университет». 2008.Т. 8. С. 19-25.

3. *Боярских И. Г., Шитов А. В.* Внутрипопуляционная изменчивость *Lonicera caerulea* L. в связи с особенностями геологической среды (на примере Горного Алтая)/ Система «Планета Земля»: 15 лет междисциплинарному научному семинару. 1994-2009. М.: Ленанд. 2009. С. 206-207.

4. *Добровольский Г.В., Никитин Е.Д.* Экология почв. Учение об экологических функциях почв. М.: Изд-во Моск. Ун-та; Наука. 2006. 364 с.

5. *Жолобова З. П.* Лазерное облучение как фактор, стимулирующий прорастание семян и рост сеянцев жимолости алтайской/ Бюллетень ГБС. 1979. Вып.114. С.56-63.

6. *Жолобова З. П., Прищепина Г. А., Сорокопудов В.Н.* Жимолость. Новосибирск: Издательский Дом «РИФ-Новосибирск». 2001.128 с.

7. *Звягинцев Д. Г.* Почва и микроорганизмы. – М.:Изд-во Моск.ун-та, 1987. – 256 с.

8. *Классификация* и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена. 2004. 342 с.

9. *Ковалева С.Р., Корсунов В.М., Таранов С.А.* Лесные почвы горного окаймления юго-востока Западной Сибири (Восточный Алтай, Горная Шория, Салаир). Новосибирск: Изд-во «Наука», Сиб. отд-ние. 1974. 208 с.

10. *Почвы* Горно-Алтайской автономной области. Новосибирск, Изд-во «Наука» 1973. 352 с.

11. *Судачкова Н. Е., Шеин И. В., Романова Л. И., Милютина И. Л., Кудашева Ф. Н., Вараксина Т. Н., Степень Р. А.* Биохимические индикаторы стрессового состояния древесных растений. Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН. 1997. 176 с.

## THE MICROBIAL CHARACTERISTIC OF RARE SOILS OF MOUNTAIN ALTAY

Artamonova V.S., Khudyaev S.A., Bulgakova V.V.

The data on content of mobile chemical elements and viable microorganisms in natural habitats of *Lonicera altaica* for the first time are presented. The influence of soil type, tectonic activity on concentration nutrient elements and microorganisms, which take part in mineralization of plants and immobilization of mineral nitrogen and atmospheric nitrogen, are shown.

Key words: soil, microbes, adaptation, mineral substances.

УДК 338:91(470.51)(045)

# ВЛИЯНИЕ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ В УДМУРТИИ

А.А. Артемьева
Удмуртский государственный университет, 426034, г. Ижевск, ул. Университетская, 1, корп.4, e-mail: ale-arteme@yandex.ru

Проведен территориальный анализ нефтедобычи в разрезе административных районов Удмуртской Республики. Выделена группа районов с интенсивным развитием нефтяной промышленности. Проведен анализ влияния динамики добычи нефти на экологическую обстановку и социально-экономические показатели жизни населения Удмуртской Республики. Проведена оценка влияния нефтедобычи на здоровье населения через загрязнение окружающей среды и изменения социально-экономических показателей жизни населения на уровне нефтедобывающих районов и отдельных населенных пунктов Удмуртии.

Ключевые слова: Удмуртская Республика, добыча нефти, районы с интенсивной нефтедобычей, экологическая обстановка, социально-экономические показатели жизни населения, уровень заболеваемости населения.

Удмуртская Республика (УР) является одним из нефтедобывающих регионов России. В 2008 г. нефтяные месторождения на той или иной стадии разработки эксплуатировались в 18 из 25 административных районов УР. Для группировки административных районов УР по степени развития в них нефтедобывающей промышленности автором в качестве основного классификационного признака был принят объем добычи нефти (тыс. т) за год [5]. В итоге была получена классификация, в которой выделяется 6 групп районов. В первую группу входит 7 районов, где нефтяные месторождения не выявлены, либо не разрабатываются. Во вторую группу входит 4 района, характеризующихся наличием вовлеченных в промышленную разработку единичных месторождений нефти с объемом добычи нефти менее 25 тыс. т в год [1]. Уровень добычи нефти в 3 группе районов составляет до 100 тыс. т, в 4 группе районов – до 300 тыс. т, в 5 группе районов – до 750 тыс. т, в 6 группе районов – до 2500 тыс. т в год. При этом суммарный объем добываемой в целом по УР нефти, прежде всего, определяется объемом нефтедобычи в районах 6 группы, а именно: Якшур-Бодьинском, Игринском, Воткинском и Каракулинском.

© А.А. Артемьева, 2010

В качестве основного критерия оценки медико-экологической обстановки был принят уровень общей заболеваемости населения. Динамика общей заболеваемости рассматривалась с учетом градации районов по объемам добычи нефти. Для каждой группы районов по данным общей заболеваемости всех возрастных категорий населения за период с 1995 по 2008 гг. [2] были вычислены средние показатели заболеваемости и построены соответствующие графики. Анализ динамики общей заболеваемости, как всего населения, так и по отдельным возрастным категориям показал, что в целом с 1995 по 2008 гг. имела место общая тенденция к росту заболеваемости. При этом наименьшие уровни заболеваемости отмечались в 6 и 5 группах районов с наиболее интенсивной нефтедобычей, наибольшие уровни заболеваемости отмечались во 2, 3 и 4 группах районов.

Для определения и оценки изменения уровня заболеваемости населения под влиянием факторов нефтедобычи в территориальном разрезе, автором был проведен сравнительный анализ динамики заболеваемости, характеристик воздействия на окружающую среду и социально-экономических показателей, зависящих от степени развития нефтедобывающей отрасли. Наиболее значимыми среди таковых показателей являются: уровень безработицы, уровень заработной платы и уровень выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Сопоставление динамики уровня зарегистрированной безработицы (в процентах от трудоспособного населения) [6], среднемесячной заработной платы (руб.) работников всех отраслей экономики [6], динамики добычи нефти как по УР в целом, так и по группам районов в период с 1995 по 2008 гг. [5] показало, что в целом на фоне роста объемов добычи нефти снижался уровень безработицы и увеличивался уровень заработной платы. Аналогичная зависимость наблюдалась при последовательном анализе групп районов: 6 группа районов с интенсивной нефтедобычей характеризовалась максимальным значением уровня заработной платы и минимальным значением уровня безработицы за рассматриваемый период. Корреляционная связь между динамикой добычи нефти и уровнем безработицы средняя обратная (-0,54), между динамикой добычи нефти и уровнем среднемесячной заработной платы – сильная прямая (0,89).

Сопоставление динамики уровня выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, прежде всего, летучих органических

соединений и оксида углерода [4] и динамики добычи нефти как по УР, так и по группам районов в период с 1995 по 2008 гг. [5] показало, что в целом на фоне роста объемов добычи нефти уровень выбросов увеличивался. Аналогичная зависимость наблюдалась при последовательном анализе групп районов: 6 группа районов с интенсивной нефтедобычей характеризовалась максимальными значениями уровня выбросов загрязняющих веществ за рассматриваемый период. Коэффициент корреляции между динамикой добычи нефти и уровнем выбросов топливной отрасли составил 0,80 (сильная прямая связь).

Накладываясь на общую тенденцию к росту заболеваемости населения, социально-экономические и экологические аспекты развития нефтедобычи несколько изменили степень ее проявления в разных группах районов. В период нарастания объемов добычи нефти в районах 6 и 5 группы отмечалось улучшение социально-экономических показателей жизни населения. Более высокие, в сравнении с сельским хозяйством, уровни доходов отразились на улучшении материально-жилищных условий населения, в том числе развитии инфраструктуры, улучшении медицинского обслуживания, что частично скомпенсировало негативное воздействие экологических факторов. Все это существенно отразилось на состоянии здоровья населения – отмечалось снижение темпов роста уровня общей заболеваемости по сравнению с преимущественно сельскохозяйственными районами, где общая заболеваемость продолжала нарастать довольно быстрыми темпами. В районах 2, 3 и 4 групп нефтедобыча начала осуществляться сравнительно недавно. Вполне вероятно, что улучшение социально-экономических условий на данный момент не перекрывает фактора ухудшения состояния окружающей среды в формировании медико-экологической ситуации районов.

Что касается структуры заболеваемости населения в 2008 г., то здесь можно отметить следующее: из восьми преобладающих классов болезней наименьшая доля заболеваемости во всех группах районов приходилась на злокачественные новообразования (1%), наибольшая – на болезни органов дыхания (34-39%). При этом, по мере увеличения объемов нефтедобычи по группам районов, увеличивалась доля заболеваемости населения болезнями органов дыхания и достигала максимального значения в районах 6 группы. Это во многом объясняется тем, что в районах с интенсивной нефтедобычей

отмечались одни из самых высоких уровни выбросов загрязняющих веществ по УР и, прежде всего, оксида углерода и летучих органических соединений. Кроме того, при более детальном рассмотрении районов 6 группы на основе данных об уровнях общей заболеваемости населения по населенным пунктам, в которых расположены фельдшерско-акушерские пункты, за 2005-2007 гг. [3], выявилась определенная закономерность в изменении уровня заболеваемости населения в пределах их территорий, обусловленная, прежде всего, действием экологических факторов. Так, наибольшие уровни общей заболеваемости наблюдались в населенных пунктах, расположенных поблизости от мест нефтепромыслов. Причем прослеживается зависимость между степенью развития нефтедобывающей отрасли и уровнем заболеваемости населения: наибольшие уровни заболеваемости отмечались в Якшур-Бодьинском районе (районе с самыми низкими показателями развития нефтедобычи из районов 6 группы), наименьшие уровни заболеваемости – в Каракулинском районе (районе с самыми высокими показателями развития нефтедобычи). Так средний уровень общей заболеваемости в Якшур-Бодьинском районе по населенным пунктам, расположенным поблизости от мест нефтепромыслов, составил 2083‰, по населенным пунктам, удаленным от мест нефтепромыслов, – 1500 ‰, в то время как данные показатели по Каракулинскому району составили, соответственно, 1683 и 1500 ‰.

Таким образом, несмотря на достаточно низкий уровень общей заболеваемости населения районов с интенсивной нефтедобычей в сравнении с другими районами УР, следует отметить существенный контраст внутри данных районов, обусловленный как действием экологических факторов, так и особенностями распределения денежных поступлений от нефтедобывающих предприятий. На локальном уровне нефтедобывающая промышленность оказывает негативное влияние на здоровье населения, проживающего в непосредственной близости от мест нефтепромыслов. Данное влияние проявляется опосредованно – через качество атмосферного воздуха и питьевой воды. В основном наблюдаются отклонения в состоянии здоровья различного рода, связанные с хроническим действием на организм малых концентраций углеводородов. Острые отравления при нефтедобыче встречаются редко. То есть при воздействии нефти и нефтепродуктов на низких уровнях клиническая картина интоксикации теряет специфичность.

***Библиографический список***

1. *Атлас* карт геолого-геофизического содержания. – Ижевск: НИПИ Нефть, 2002. – 60 с.
2. *Динамика* здоровья и здравоохранения Удмуртской Республики за годы реформ. – Ижевск: РМИАЦ МЗ УР, 2009. – 75 с.
3. *Медико-статистическая* информация по населенным пунктам Удмуртии за 2005-2007 годы. – Ижевск: РМИАЦ МЗ УР, 2008. – 68 с.
4. *О состоянии* окружающей природной среды Удмуртии в 2008 г.: государственный доклад. – Ижевск: ИжГТУ, 2009. – 207 с.
5. *Отчет* о добыче нефти по Удмуртии за 2008 год. – Ижевск: МТЭиС УР, 2009. – 68 с.
6. *Социально-экономическое* положение городов и районов Удмуртии за 2008 г. – Ижевск: ГС УР, 2009. – 83 с.

## INFLUENCE TO OIL INDUSTRY ON MEDICO-ECOLOGICAL SITUATION IN UDMURT REPUBLIC

A.A. Artemyeva

Udmurt state university, 426034, Izhevsk, street University, 1,

e-mail: ale-arteme@yandex.ru

The organized territorial analysis of the mining of oil in cut administrative region of the Udmurt Republic. The chosenned group region with intensive development of oil industry. The organized analysis of the influence mining of oil on ecological situation and social-economic factors to life of the population of the Udmurt Republic. The organized estimation influence mining of oil on health of the population through contamination surrounding ambiences and change social-economic factors to life of the population at a rate of region, in which is developed mining of oil, and separate populated points of the Udmurt Republic.

Keywords: Udmurt Republic, mining of oil, regions with intensive mining the oil, ecological situation, social-economic factors to life of the population, level of diseases of the population.

УДК 581.527.7

# К ВОПРОСУ ОБ АНТРОПОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ ФЛОРЫ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ПРЕДКАВКАЗЬЯ

А.В. Аулова
Ставропольский государственный университет,
355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина 1, корпус 2. e-mail
aulovaa@yandex.ru

Во флоре юго-западной части Предкавказья выделено 372 сорных вида, из них 38 являются адвентивными.

Ключевые слова: флора, синантропные виды, антропогенная трансформация.

Антропогенная трансформация флористического состава любой региональной флоры, в частности флоры юго-западной части Предкавказья, служит катализатором процесса ее синантропизации. В след за П.Л. Горчаковским [2] синантропизацию определяем как процесс адаптации растительного мира к условиям среды, видоизмененным или созданным в результате деятельности человека. Термин «синантропные виды» понимаем в широком смысле, относя к ним виды, внедряющиеся в нарушаемые человеком фитоценозы или увеличивающие свое обилие по мере нарастания антропогенных нагрузок. Степень синантропизации зависит от интенсивности и продолжительности хозяйственного освоения территории. Среди синантропных видов следует различать виды местной флоры, как наиболее приспособленные к новым, созданным человеком условиям [3,9] и пришлые или адвентивные виды [5,1,4].Формы проявления синантропизации весьма разнообразны. К ним, в частности, относится внедрение в состав растительных сообществ синантропных видов растений, которые приводят к замене естественных ценозов их производными [2,4], уменьшение разнообразия, обеднение состава, упрощение структуры, снижение продуктивности и стабильности растительных сообществ.

Следовательно, сохранение видового состава флоры, как одна из приоритетных проблем современной науки и практики, становится возможным лишь при наличии сведений об интенсивности, специфике и степени антропогенной трансформации растительного покрова, который в первую очередь претерпевает значительные изменения в результате хозяйственной деятельности человека. В комплексных

© А.В. Аулова, 2010

исследованиях флоры Предкавказья сведения о сорной флоре отражены в работах: И. Амелина (1927); Сорные растения СССР (1934-1935); А.Ф. Флерова (1934); А.Д. Колпиковой (1967); Сорные растения Ставропольского края (1975); В.В. Никитина (1983); Д.С. Дзыбова (1984); В.Г. Танфильева (1987); Т.Н. Ульяновой (1998), В.А. Шальнева (1995); Ю.А. Дударя (1992, 1998); А.Л. Иванова (1998); Ю.А.Маренчук, Ю.А. Дударя (2001) и других. Следует отметить, что со времен последней, наиболее полной обобщающей сводки [7] по антрапофитам флоры Ставропольского края пошло около десяти лет именно этим и была определена актуальность нашего исследования.

Лабинско-Невинномысский флористический район (ЛНФР) [6] расположен в юго-западной части Предкавказья в восточной части Кубанского округа, занимая площадь около 8241 км$^2$ (рис. 1). Его восточная граница проходит по Воровсколесским высотам, здесь же сосредоточены богаторазнотравные и разнотравно-типчаково-ковыльные степи. Южная граница доходит до подножий Большого Кавказа, здесь находятся основные массивы пойменных лесов, лугов Кубани, Лабы и их притоков. Для западной и южной части района характерны луговые степи Восточно-Кубанской наклонной равнины. Общее количество видов, встречающихся во флоре района 1188 [6]. Видов, характерных только для ЛНФР и не выходящих за его пределы на сопредельные территории Предкавказья, два: *Trisetum rigidum* и *Schoenoplectus mucronatus*; субэндемиков, указывающих на оригинальность флоры, десять, что составляет 0,8% от общего числа видов флоры, это следующие виды: *Euphorbia normannii, Iris notha, Colchicum laetum, Ornithogalum arcuatum, Paeonia biebersteiniana, Astragalus demetri, Onobrychis inermis, Xanthobrychis vassilczenkoi, Phlomis majkopensis, Psephellus anatolii*; реликтовых видов 20 (1,7%), среди них *Pachyphragma macrophyllum, Limodorum abortivum, Orthylia secunda* и др.

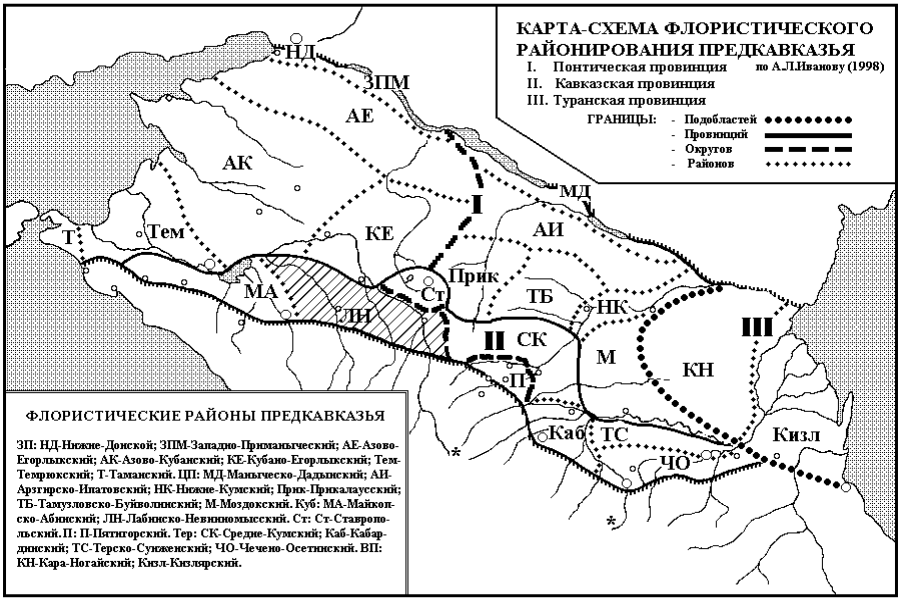



**Рис.1. Какта-схема флористического районирования Предкавказья (Иванов, 1998)**

Антропогенные изменения флоры ЛНФР, по сравнению с ее естественной историей становления и развития, занимают ничтожный промежуток времени, но, тем не менее, вносят существенные изменения в её состав. Используя классификацию П.Л. Горчаковского [2] основные причины обеднения исследуемой флоры юго-западной части Предкавказья можно свести к следующим группам:

1. Прямое воздействие – уничтожение значительной части растительного покрова путём распашки под сельскохозяйственные угодья, промышленные сооружения, а также уничтожение отдельных видов растений, имеющих ограниченное распространение/

2. Косвенное воздействие – преобразование местообитаний: орошением, выпасом скота, сенокошением, внесением удобрений и так далее.

Исходя их вышесказанного, основным очагом размещения синантропной растительности в пределах ЛНФР являются земли сельскохозяйственного назначения: участки выращивания сельскохозяйственных культур, окраины полей, межи, залежи, заброшенные сады, огороды, сады, дачные участки, скотные дворы,

кучи навоза и пр., которые максимально сосредоточены в пределах Восточно-Кубанского (ВК.), Урупского (Уруп.), и Отрадненского (Отрад.) флористических подрайонов и менее в пределах Сычево-Воровсколесскогo (СВ) (рис.2).

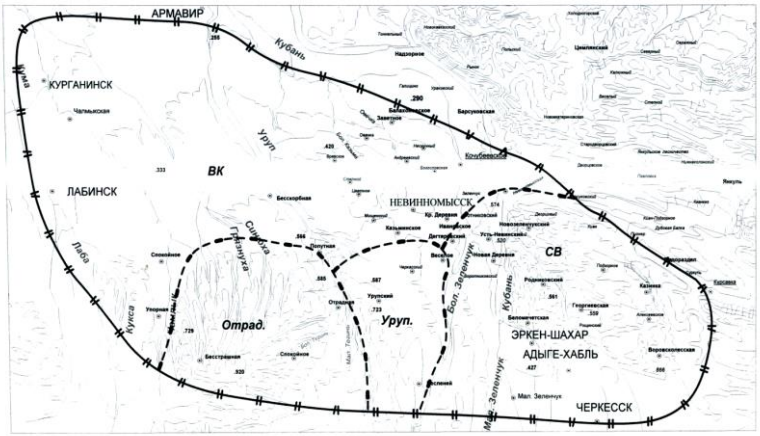



**Рис. 2. Карта-схема флористического районирования ЛНФР**

Основными показателем открытости системы флоры являются уменьшение и (или) изменение видового состава видов под действием антропогенных факторов, а также внедрение в местную флору адвентивных видов. Одним из наиболее динамичных флороэлементов являются заносные растения, служа индикаторами антропогенной трансформации природно-территориальных комплексов. Анализ адвентивных растений по времени и способу заноса, степени натурализации в естественные сообщества с учетом жизненных стратегий и места их первичного произрастания позволяет выявить направленность динамики региональных флор [8,10].

Отметим, что во флоре ЛНФР 372 сорных вида, что составляет 31,3% от общего числа видов флоры, из них 38 (3,2%), являются адвентивными, то есть, занесены человеком в текущем столетии. Адвентивные виды исследуемой флоры относятся к 19 семействам. Общий спектр этих семейств выглядит следующим образом: наиболее многочисленными являются семейства *Asteraceae* (7 видов) и *Poaceae* (5 видов), тогда как семейства *Fabaceae*, *Moracea* и *Amaranthaceae* насчитывают по 3 вида. По два вида содержат семейства *Solanaceae*,

*Lamiaceae* и *Brassicaceae*. По одному виду – *Commelinaceae*, *Juglandaceae*, *Chenopodiaceae*, *Phytolaccaceae*, *Rosaceae*, *Onagraceae*, *Caesalpiniaceae*, *Simaroubiaceae*, *Boraginaceae*, *Cuscutaceae* и *Aceraceae.* Наиболее многочисленными являются рода *Xanthium*, *Amaranthus* и *Echinochloa* – содержат по 3 вида. Тогда как, наиболее распространены и обильны в нарушенных ценозах представители родов *Setaria*, *Raphanus*, *Conyza*, *Xanthium*, *Galinsoga*, *Ambrosia*, *Oenothera*, *Armeniaca* и др. Большинство представителей указанных родов, за исключением двух последних, являются терофитами.

Адвентивные виды распространены по территории изучаемого района равномерно, встречаясь во всех флористических подрайонах (табл. 1). Данную группу видов можно подразделить на две подгруппы: а) одичавшие из культурных видов (завозимые и итродуцируемые человеком для декоративных и пищевых целей), всего таких видов 14: *Juglans regia*, *Morus nigra*, *Armeniaca vulgaris*, *Robinia pseudoacacia*, *Negundo aceroides* и др.; б) случайно занесённые (попавшие на данную территорию с семенами культурных растений или переносимые животными) – 24 вида: *Cuscuta campestris*, *Xanthium strumarium*, *Eriochloa villosa*, *Chenopodium vulvaria*, *Amaranthus blitoides* и др. Количество общих занесённых человеком видов, для всех подрайонов флоры ЛНФР, 31.

Таблица 1.

**Число синантропных видов в конкретных флорах Лабинско-Невинномысского флористического района**

| *подрайон* | *общее число видов в подрайоне* | *СИНАНТРОПНАЯ ФЛОРА* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *кол-во адвентивных видов* | *% от общего числа* | *одичавшие из культуры* | *% от общего числа* | *случайно занесенные* | *% от общего числа* |
| **ВК.** | 986 | 38 | 3,9 | 14 | 1,4 | 21 | 2,1 |
| Уруп. | 955 | 32 | 3,3 | 14 | 1,5 | 18 | 1,9 |
| Отрад. | 1030 | 34 | 3,3 | 14 | 1,4 | 20 | 1,9 |
| СВ. | 1034 | 33 | 3,2 | 14 | 1,4 | 21 | 2,0 |

В целом изучение флор освоенных территорий имеет не только практический, но и немалый теоретический интерес, так как здесь мы сталкиваемся с быстрой и бурной перестройкой флоры при участии активных миграционных процессов – выявленные закономерности важны и как основа прогноза будущих изменений флоры территории ЛНФР. Антропогенные воздействия не только поводят к деградации отдельных популяций и фитоценозов, но и к полному их

уничтожению, при этом нередко блокируя возможные миграционные пути для видов аборигенной флоры. Это ведёт к большой потере генофонда.

Изменения, вызванные деятельностью человека неизбежно оказывают влияние на ход эволюционного процесса. П.Л. Горчаковский [2] указывает на то, что эволюционные процессы синантропизации мало заметны и обычно ускользают от внимания, но недооценивать их нельзя, так как возникает: а) уменьшение генетической разнородности отдельных видов; б) раздробление популяций растений и их возрастающая изоляция; в) интрогрессивная гибридизация между ранее разобщёнными таксонами.

Таким образом, под давлением антропогенных факторов в первую очередь исчезают эндемичные виды, так как они узко специализированы и приспособлены к произрастанию в строго условиях среды.

Антропофиты на фоне возрастающего синантропного пресса ведут себя очень динамично, и мониторинг их видового и таксономического состава имеет особую актуальность и практическую значимость. Изучение видового состава антропофитов, их динамики, хорологии, биологии, экологии, хозяйственной ценности имеет большое теоретическое и практическое значение для разработки способов регуляции численности их популяций, осуществления мероприятий по внешнему и внутреннему карантину, использования в прикладных целях. Очевидна особая острота таких исследований в связи с проблемой рекультивации нарушенных земель и, так называемой, экологической реставрацией уничтоженных природных сообществ.

### *Библиографический список*

1. *Березуцкий М.А.* Антропогенная трансформация флоры // Бот. журн., 1999. – Т. 84. – № 6. – С. 8-19.

2. *Горчаковский П.Л.* Тенденции антропогенных изменений растительного покрова Земли // Бот. журн., 1979. – Т. 64. – № 12. – С. 1697-1714.

3. *Горчаковский П.Л.* Антропогенные изменения растительности // Экология, 1984. – № 5. – С. 3-16.

4. *Горчаковский П.Л.* Антропогенная трансформация и восстановление продуктивности луговых фитоценозов. – Екатеринбург: Изд-во «Екатеринбург», 1999. – 156 с.

5. *Дорогостайская Е. В*. Сорные растения Крайнего Севера СССР. Л., 1972. – 172 с.

6. . *Иванов, А.Л.* Флора Предкавказья и её генезис. – Ставрополь: Изд-во СГУ, 1998. – 204 с.

7. *Маренчук, Ю.А., Дударь Ю.А.* Структурный анализ антропофитов Ставропольского края по их хозяйственной ценности // Экологические проблемы Ставрополья. Тез. докл. V I Краевой научно-практ. конф. – Ставрополь: КЭБЦ, 2001. – 17-19.

8. *Миркин, Б.М.* Антропогенная динамика растительности // Итоги науки и техники. Серия ботаника. . – Т. 5. - М., 1984. 139-232.

9. *Миркин Б.М., Наумова Л.Г.* Адвентизация растительности: инвазивные виды и инвазибельность сообществ // Успехи современной биологии, 2001. – Т. 121. – № 6. – С.550-562.

10. *Никитин, В.В.* Географическое распространение важнейших сорных растений СССР и их динамика // Ботанический журнал. – 1979. – Т. 64. – № 7. – 943-949.

11. *Сорные* растения Ставропольского края // Труды СНИИСХ, Вып.32. – Ставрополь, 1975. – 290 с.

12. *Ульянова, Т.Н*. Сорные растения во флоре России и других стран СНГ. . – СПб.: ВИР, 1998. – 233 с.

## TO THE QUESTION ON ANTHROPOGENIC CHANGES IN THE FLORA YUGO-WESTERN CISCAUCASIA

A.V. Aulova
Stavropolsky State University,
355009, Stavropol, ul. Pushkina 1, Building 2. e-mail aulovaa@yandex.ru

The flora of south-western part of Ciscaucasia allocated 372 weed species, of which 38 are adventitious.

Klyuchevye words: flora, synanthropic species, anthropogenic transformation.

УДК 574.583:592(282.247.1)

# РАЗВИТИЕ ЗООПЛАНКТОНА В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ СРЕДЫ (НА ПРИМЕРЕ ХАРАНОРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА-ОХЛАДИТЕЛЯ)

Е.Ю. Афонина

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, 672014, г. Чита, ул. Недорезова, 16а, e-mail: kataf@mail.ru

Планктонная фауна Харанорского водохранилища-охладителя, расположенного в аридной зоне Восточного Забайкалья, характеризуется высоким видовым разнообразием. По эколого-географической характеристике видового состава преобладают широко распространенные эвритопные фильтраторы и вертикаторы. Многолетняя динамика зоопланктона выражена в снижении видового разнообразия, сокращении экологических групп, упрощении видовой структуры.

Ключевые слова: коловратки, ракообразные, видовое разнообразие, Харанорское водохранилище-охладитель.

Харанорское водохранилище, расположенное в аридной зоне на юге Забайкальского края, является водоемом-охладителем в составе сложной системы технического водоснабжения Харанорской ГРЭС. По морфологическим характеристикам водохранилище относится к пойменным водоемам озерно-прудового типа, площадью водного зеркала 4,1 км$^2$, объемом 15,6 млн.м$^3$ и средней глубине 3,8 м при НПУ 574 м БС. Согласно классификации [2], искусственный водоем по размерам относится - к малым; по генезису – к группе наливных, к типу – долинных, по характеру рельефа местности – равнинному, по форме и конфигурации – неправильному эллипсу.

Экосистема водохранилища подвергается постоянному влиянию различных экстремальных факторов среды, основными из которых являются следующие:

1) Неустойчивый гидрологический режим. Высокая скорость водообмена и значительная сработка уровня (среднегодовые колебания составляли от 0,12 до 1,34 м) не позволяют формироваться постоянным грунтам и развиваться растительному поясу [4]), что, в свою очередь, препятствует развитию бентосных и фитофильных групп зоопланктона.

2) Тепловая нагрузка. Поступление дополнительного тепла с циркуляционными водами электростанции привело к удлинению вегетационного сезона (около 180 дней), что на 30 дней больше, чем

© Е.Ю. Афонина, 2010

в сходных по географическому расположению и морфометрии степных озерах Забайкалья [8]. Сумма эффективных температур составила 3036 градусо-дней, что на 400 единиц больше, чем в других водоемах [4]. Температурный максимум (26-28 $^0$C) приводит к значительному уменьшению содержания в воде кислорода (до 4,5-6,0 мг/л), азотных (нитрат-ионы – 0,01 мг/л, нитрит-ионы – 0,003, аммоний-ионы – 0,02) и фосфорных (фосфат-ионы – 0, общий фосфор – 0,005) соединений [4]. Такой гидрохимический минимум, в свою очередь, способствует сокращению разнообразия и численности фитопланктона [4] и, в конечном итоге, приводит к уменьшению количественных и качественных показателей зоопланктона до критически низких величин.

3) Биогенная насыщенность (особенно, по содержанию фосфора (0,25-0,40 мг/л)) и высокая концентрация органического вещества (до 133-143 мг/л) [4]. Повышенное содержание одного из главных биогенных элементов – фосфора - лимитирует развитие водных организмов, ведет к эвтрофикации водоема и существенному ухудшению качества воды [7]. Биогенные элементы и загрязняющие вещества (хлориды, сульфаты, нитраты, железо, медь и др.) в огромных количествах поступают в водохранилище при сбросе продуктов очитки котлоагрегатов электростанции, а также через р. Турга и дренажный канал с фильтрационными водами гидрозолошлакоотвала и с недостаточно очищенными стоками из поселков Ясногорск, Ясная, Мирная [1].

4) Массовое «цветение» сине-зеленых водорослей (главным образом, *Aphanizomenon flos-aquae*), численность и биомасса которых в отдельные годы достигали 22 млн.кл./л и 120 г/м$^3$ [4]. Интенсивное цветение цианофитов тормозит развитие планктонной фауны, в первую очередь, через пищевые свойства. А обширные плавучие массы изумрудного цвета, покрывающие поверхность водоема, препятствуют попаданию света и уменьшают прозрачность.

Гидробиологические исследования водохранилища были начаты с первого года его заполнения и проводятся по настоящее время. В работе представлены материалы по зоопланктону за 1995-2007 гг. Для сбора и обработки проб применялись методики, принятые в отечественной гидробиологии [5, 6].

Планктонная фауна Харанорского водохранилища характеризуется высоким разнообразием и слагается из 103 таксонов видового ранга, относящиеся к 12 отрядам, 30 семействам и 59 родам.

Из них к коловраткам относится 52 вида, к ветвистоусым ракообразным – 32, к веслоногим – 19. Наибольшей видовой насыщенностью обладают роды: *Trichocerca* (7 видов), *Brachionus*, *Synchaeta* (по 5), *Alona*, *Bosmina* (по 4), *Keratella*, *Euchlanis*, *Polyarthra*, *Daphnia* (по 3), *Lecane*, *Notholca*, *Asplanchna*, *Trichotria*, *Diaphanasoma*, *Ceriodaphnia*, *Macrothrix*, *Pleuroxus*, *Alonella*, *Neutrodiaptomus*, *Eucyclops*, *Cyclops*, *Acantocylops*, *Mesocyclops* (по 2), остальные по 1 виду. К наиболее часто встречающимся видам (в 50-100% всех проб) отнесено 7: *Asplanchna priodonta*, *Kellicottia longispina*, *Bosmina longirostris*, *Daphnia galeata*, *Thermocyclops crassus*, *Eudiaptomus graciloides*, *Cyclops vicinus.* Следующие 10 - *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Conohilus unicornis*, *Polyarthra dolychoptera*, *Diaphanasoma brachyurum*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longispina*, *Mesocyclops leuckarti*, *Heterocope appendiculata* - обнаруживались в 25-50% всех проб, другие (*Testudinella patina*, *Filinia longiseta*, *Euchlanis dilatata*, *Brachionus angularis*, *Trichocerca cylindrica*, *Synchaeta pectinata*, *Bipalpus hudsoni*, *Daphnia pulex*, *D. longispina*, *Macrothrix laticornis*, *Bosmonopsis deitersi*, *Acantodiaptomus denticornis*, *Eucyclops serrulatus*, *Sinodiaptomus sarsi*, *Cyclops kolensis*, *Neutrodiaptomus sp.*) – в 5-20%, остальные регистрировались не чаще 1-3 раз за вегетационный сезон. Среди качественного обилия гидробионтов количество доминантов при нижней границе доминирования не менее 5% за весь период изучения составило 6 видов: *A. priodonta*, *K. longispina*, *D. galeata*, *B. longirostris*, *T. crassus*, *C. vicinus.* Круглогодичными формами планктона являлись *A. priodonta*, *P. dolychoptera*, *S. pectinata*, *K. longispina*, *K. cochlearis*, *K. quadrata*, *F. longiseta*, *B. longirostris*, *B. longispina*, *Ch. sphaericus*, *D. galeata*, *D. longispina*, *T. crassus*, *C. vicinus*, *M. leuckarti*, *E. graciloides.* Постоянными обитателями в течение вегетационного сезона были *B. hudsoni*, *Brachionus q. quadridentatus*, *E. dilatata*, *T. patina*, *C. quadrangula*, *B. deitersi*, *A. denticornis*, *E. serrulatus*, *Neutrodiaptomus. incongruence*, *H. appendiculata.* Наиболее разнообразен в видовом отношении летний планктон: *Brachionus diversicornis*, *B. calyiflorus amphiceros*, *Platyias quadricornis*, *Mytilina ventralis*, *Lepadella ovalis*, *Notholca squamula*, *N. acuminata*, *Pleuroxus aduncus*, *P. trigonellus*, *Monospilus dispar*, *Acroperus harpae*, *Bythotrephes longimanus*, *Sinodiaptomus sarsi*, *Macrocyclops albidus*, *Cyclops kolensis* и др. Типично весенние виды: *Brachionus quadridentatus cluniorbicularis*, *B.*

*urceus, B. angularis, Trichocerca rattus*, лишь осенью встречались *Euchlanis lyra, Polyarthra vulgaris, Synchaeta oblonga, S. stylata*.

В зоогеографическом отношении зоопланктон водохранилища типичен для водоемов Восточной Сибири и в большей мере представлен широко распространенными видами (45%), голаркты и палеаркты составляют соответственно 33% и 22%. По биотопической приуроченности превалируют эврибионтные виды (45%), к литоральным формам относится 23%, доля других групп незначительная (6-13%). По способу передвижения доминируют представители со смешанным типом (плавание и ползание) (40%), на втором месте – истинные планктеры (29%), по способу захвата пищи лидируют фильтраторы и вертикаторы (56%). В видовом составе найдено 59 видов – индикаторов различных зон сапробности, среди которых 34% составляют виды, развивающиеся в о-сапробных и столько же в β-мезосапробных условиях, 27% - индикаторы переходной между о- и β-мезосапробной зоной.

В пространственной зональности гидробионтов какой-либо строгой закономерности не выявлено, и приуроченность конкретных видов к тем или иным участкам водохранилища также не отмечена. Это связано с тем, что преобладание ветров на данной территории приводит к постоянному перемешиванию водной массы на небольшом по площади и глубине водоеме. К тому же отсутствие разнообразных биотопов (зарослей водной растительности, заливов и др.), значительная сработка уровня также способствуют хаотичному распределению организмов по акватории водоема.

Многолетняя динамика таксономической структуры и количественных показателей зоопланктона представлена по данным, полученным в августе (табл.).

Гидробиологические исследования водоема-охладителя на протяжении 12 лет показали следующее. Развитие зооценоза происходило в направлении смены гидробионтов с длинным жизненным циклом на организмы с коротким (Crustacea → Rotifera), крупных форм рачков - на мелкие (*D. galeata, E. graciloides → B. longirostris, T. crassus*). Период 2002-2007 гг. является временем господства абсолютного доминанта *K. longispina,* занимающего в сообществе 90-100% численности. Изменения в трофической структуре коловраток имели тенденцию к значительному возрастанию доли фитофагов - вертикаторов за счет увеличения доли мелкоразмерного планктонного вида (*K. longispina*) и сокращению

доли хищников (*A. priodonta*) при сохранении хороших кормовых условий. В группе ракообразных, наоборот, происходит замещение фильтраторов на хищников (*D. galeata, D. brachyurum → T. crassus, C. kolensis*). Изменения индексов доминирования (Id) и Шеннона-Уивера (H) [3] свидетельствуют об экстремальных условиях среды, основными показателями которого является формирование бедных по числу видов зооценозов, отличающихся монодоминантностью.

Таблица.

**Многолетняя динамика таксономической структуры и некоторых количественных показателей зоопланктона**

| *Год/ показатель* | | *Общее значение* | *Коловратки, %* | *Копеподы, %* | *Кладоцеры, %* | *Тип зоопланктоценоза* | *H, бит* | *Id* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1995 | N | 155,32 | 11 | 26 | 63 | Кладоцерный (*D. galeata* + *D.pulex*) | 2,19 | 0,38 |
| | B | 7302,32 | 1 | 25 | 74 | | | |
| 1996 | N | 98,80 | 65 | 13 | 21 | Ротаторный (*A. priodonta*) | 2,03 | 0,39 |
| | B | 1879,34 | 62 | 7 | 31 | | | |
| 1997 | N | 29,98 | 20 | 26 | 55 | Кладоцерный (*D. galeata*) | 2,43 | 0,23 |
| | B | 626,46 | 2 | 38 | 59 | | | |
| 2001 | N | 37,87 | 28 | 21 | 51 | Кладоцерно-ротаторный (*D. brachyurum* + *B. longirostris* + *A. priodonta*) | 2,26 | 0,26 |
| | B | 816,85 | 15 | 31 | 54 | Кладоцерно-копеподный (*D. brachyurum* +*T. crassus* + *H. appendiculata*) | | |
| 2005 | N | 928,0 | 90 | 6 | 4 | Ротаторный (*K. longispina*) | 1,13 | 0,80 |
| | B | 898,78 | 14 | 56 | 31 | Копеподно-кладоцерный (*T. crassus* + *B. longirostris*) | | |

Примечание: N и B – численность (тыс.экз./м$^3$) и биомасса (мг/м$^3$); общие значения численности и биомассы даны в среднем по водоему.

Таким образом, действие группы антропогенных факторов отрицательно сказывается на формировании гидрохимического режима всего водоема-охладителя, что приводит к нарушению процессов жизнедеятельности и воспроизводства гидробионтов и в конечном счете к нарушению взаимосвязей, устойчивости и

целостности экосистемы водохранилища. Основные черты многолетней сукцессии зоопланктона Харанорского водохранилища на фоне влияния экстремальных факторов среды проявились в снижении видового разнообразия, сокращении экологических групп, упрощении видовой структуры до состояния гомогенного биоценоза с преобладанием одного вида, многократном увеличении численности отдельных видов на фоне снижения количественных показателей других видов, неустойчивости состава доминирующего комплекса, резких колебаниях количественных показателей.

*Исследования проводились в рамках работ: «Комплексная оценка и прогноз экологического состояния водохранилища-охладителя Харанорской ГРЭС», «Современное состояние ихтиофауны и гидробионтов водоема-охладителя Харанорской ГРЭС» при финансовой поддержке ОАО ОГК-3 Харанорская ГРЭС.*

***Библиографический список***

1. *Абакумова В.Ю.* Водоем-охладитель Харанорской ГРЭС (Забайкальский край): проблемы водопользования // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов: труды межд. науч.-практ. конф. – Пермь: Изд-во Перм. гос. ун-та, 2009 - Т. II. - С. 3-6.

2.*Авакян А.Б., Салтанкин В.П., Шарапов В.А.* Водохранилища// Природа мира. – М.: Мысль, 1987. – 325 с.

3. *Андроникова И.Н.* Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем. - СПб: Наука, 1996. 190 с.

4. *Водоем-охладитель* Харанорской ГРЭС и его жизнь / М.Ц. Итигилова [и др.]; отв. ред. В.В. Кириллов. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. - 192 с.

5. *Киселев И.А.* Методы исследования планктона // Жизнь пресных вод. - М.-Л.: Наука, 1969. - 243 с.

6. *Методические* рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях. - Л.: ГосНИОРХ, 1982. - 28 с.

7. *Россолимо Л.Л.* Необратимые типологические изменения озер культурных ландшафтов// Типология озер. – М.: Наука, 1967. С. 5-27.

8. *Содовые* озера Забайкалья: экология и продуктивность/ Л.И. Локоть, Т.А. Стрижова, Е.П. Горлачева. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1991. – 216 с.

ROTIFERA AND RUSTACEANS OF THE CHARANORSKOYE RESERVOIR-COOLER

E.Yu. Afonina
Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, 672014, Nedorezova st. 16a, Chita, e-mail: kataf@mail.ru

The planktonic fauna of the Charanorskoye reservoir-cooler located in droughty zone of East Transbaikalia, is characterized by a high species diversity. The widely eurytopic filtration organisms prevails under the ecological and geographical characteristic. Long-term dynamics of zooplankton is expressed in decrease of species diversity, reduction of ecological groups, simplification of species structure.

Key words: rotifera, crustaceans, species diversity, Charanorskoye reservoir-cooler.

УДК 628.34

# НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ МАКРОФИТАМИ Р. ТАНАЛЫК (РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН)

З.Б. Бактыбаева, И.Т. Губайдуллин, Я.Т. Суюндуков
Институт региональных исследований Академии наук Республики Башкортостан, 453830, Республика Башкортостан, г. Сибай, ул. Цеткин, 2, e-mail: baktybaeva@mail.ru

В статье приведены результаты исследований по накоплению тяжелых металлов (ТМ) макрофитами р.Таналык в зоне влияния горнорудного объекта.

Ключевые слова: макрофиты, загрязнение тяжелыми металлами, Республика Башкортостан.

Как известно, макрофиты обладают высокой аккумуляционной способностью относительно поллютантов, в том числе ТМ. В Башкирском Зауралье – регионе с развитой горнодобывающей и рудоперерабатывающей промышленностью – наблюдается значительное антропогенное загрязнение рек ТМ. Биоаккумуляция ТМ в водных и прибрежно-водных видах растений в регионе остается малоизученной.

Целью наших исследований являлось изучение процесса накопления ТМ макрофитами р.Таналык в зоне влияния серно-колчеданного месторождения Куль-Юрт-Тау.

Вдоль градиента загрязнения р.Таналык подотвальными водами месторождения был заложен экологический профиль – трансекта.

© З.Б. Бактыбаева, И.Т. Губайдуллин, Я.Т. Суюндуков, 2010

Трансекта состояла из 4 участков. Участок III наибольшей степени загрязнения располагался в непосредственной близости от отвалов карьера Куль-Юрт-Тау на притоке р.Таналык, загрязняемом подотвальными водами. Участок II средней степени загрязнения располагался в русле р.Таналык в месте впадения загрязненного притока. Участок I наименьшей степени загрязнения располагался в русле р.Таналык на расстоянии 3 км ниже по течению от участка II. Показатели данного участка дают возможность оценить самоочищающуюся способность водотока. Участок К – контроль – был выбран на расстоянии 10 км выше впадения загрязненного притока. На отрезке р.Таналык от истока до контрольного участка нет объектов горнорудной промышленности.

Для изучения накопительной способности макрофитов относительно ТМ в конце вегетационного сезона 2006 г. нами были отобраны и проанализированы растительные образцы *Phragmites australis* (тростник обыкновенный), *Typha angustifolia* (рогоз узколистный), *Scirpus lacustris* (камыш озерный), *Eleocharis palustris* (ситняг болотный), *Carex acuta* (осока острая) и *Potamogeton lucens* (рдест блестящий) с участков трансект. Образцы отбирались в 5-кратной повторности методом «конверта». Содержание ТМ определяли отдельно для надземной и подземной частей растений. Измерения массовых концентраций Zn и Cd в растительных образцах выполнялись методом инверсионной вольтамперометрии; Fe – атомно-абсорбционным методом. Параллельно производился отбор и анализ проб воды и донных отложений.

В табл. приведены результаты анализа содержания ТМ в воде и донных отложениях на участках трансекты.

Таблица.

**Содержание ТМ в воде (в числителе, мг/дм$^3$) и донных отложениях (в знаменателе, мг/кг) р. Таналык вдоль градиента загрязнения**

| *ТМ* | *Участки трансекты* | | | |
|---|---|---|---|---|
| | *К* | *I* | *II* | *III* |
| Fe | 0,30±0,05<br>43,20±2,19 | 0,90±0,08<br>150,67±4,52 | 1,20±0,19<br>274,40±16,56 | 11,07±1,16<br>539,80±23,93 |
| Zn | 0,03±0,01<br>3,70±0,43 | 0,10±0,02<br>8,19±0,67 | 0,14±0,02<br>12,97±2,06 | 0,40±0,05<br>14,49±2,25 |
| Cd | н.о.<br>0,005±0,0004 | 0,0001<br>0,03±0,0031 | 0,0001<br>0,02±0,0035 | 0,0008±0,0001<br>0,02±0,0029 |

Примечание: для донных отложений приведены подвижные формы; н.о. – не обнаружено.

Повышение содержания ТМ в воде и донных отложениях сопровождается увеличением их аккумуляции в надземных и подземных частях рассматриваемых видов растений. На рисунке показано содержание железа, цинка и кадмия в макрофитах вдоль градиента загрязнения.

Из рассмотренных макрофитов в большей степени железо аккумулируется рдестом (1258,04 мг/кг в надземной и 3254,20 – подземной фитомассе), в наименьшей – тростником (97,44 и 576,96, соответственно). В подземной фитомассе макрофитов железа накапливается больше, чем в надземной. Корреляционный анализ данных содержания железа в фитомассе и в воде показал тесную положительную связь. Коэффициент корреляции для надземной части растений составляет 0,75–0,99, для подземной – 0,64–0,99.

Из рисунка видно, что наблюдается четкая закономерность увеличения содержания цинка по мере повышения степени загрязнения среды обитания растений. В большей степени цинка аккумулировано ситнягом (62,44 мг/кг в надземной и 54,15 – подземной фитомассе), в наименьшей – осокой (8,28 и 12,66, соответственно). Больших различий в накоплении цинка в подземной и надземной фитомассе макрофитов не отмечено. Коэффициент корреляции для надземной части растений составляет 0,87–0,99, для подземной – 0,86–0,99.

Кадмия в растительных образцах ситняга, осоки и рдеста с контрольных участков не обнаружено. В большей степени кадмия аккумулировано рогозом (0,74 мг/кг в надземной и 1,38 – подземной фитомассе). Меньше других этот элемент накапливается тростником. По содержанию кадмия подземная и надземная фитомасса макрофитов четко не различаются. Корреляционный анализ показал тесную положительную зависимость содержания элемента в фитомассе и в воде. Коэффициент корреляции для надземной части растений составляет 0,70–0,99, для подземной – 0,77–0,99 (за исключением осоки – r=0,43 и 0,49, соответственно).

Высокие показатели коэффициента корреляции получены при анализе зависимости содержания железа и цинка в донных отложениях и в растительных образцах. В случае с кадмием выявлена слабая степень корреляционной связи, что объясняется общим низким содержанием данного элемента в грунте.

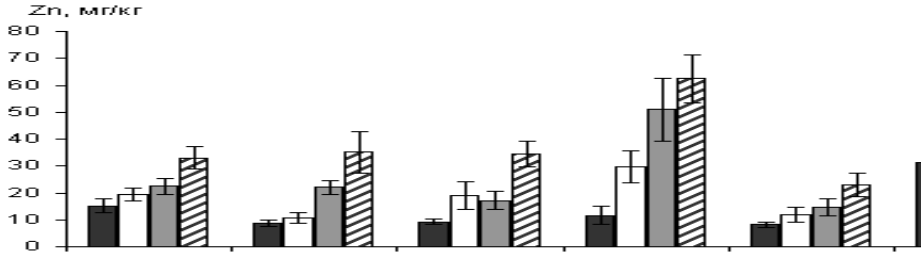
А


Fe, мг/кг
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
1
2
3
4

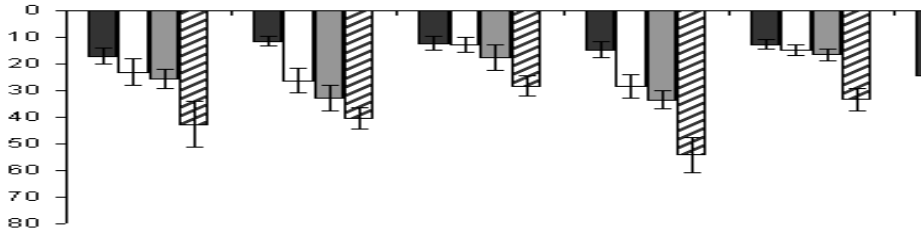
Б


0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
4000

А


Zn, мг/кг
80
70
60
50
40
30
20
10
0
1
2
3
4
5

Б


0
10
20
30
40
50
60
70
80

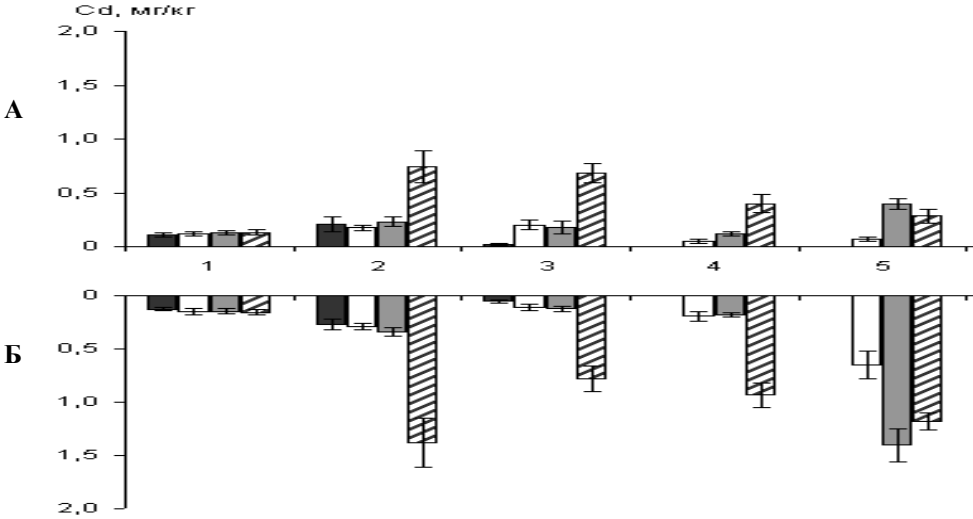



**Рис. Содержание Fe, Zn и Cd (мг/кг) в макрофитах вдоль градиента загрязнения**. Условные обозначения: 1 – *Phragmites australis;* 2 – *Typha angustifolia;* 3 – *Scirpus lacustris;* 4 – *Eleocharis palustris;* 5 – *Carex acuta*; 6 – *Potamogeton lucens.* А – надземная фитомасса; Б – подземная фитомасса. К – контроль; I–III – участки трансекты.

Таким образом, вдоль градиента загрязнения наблюдается достоверное повышение интенсивности аккумуляции ТМ макрофитами, причем по интенсивности накопления в фитомассе эти металлы составляют следующий ряд: Fe > Zn > Cd.

## ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN THE MACROPHYTS OF THE TANALYK RIVERS (REPUBLIC BASHKORTOSTAN)

Z.B. Baktybaeva, I.T. Gubaydullin, Y.T. Suyundukov
Institute of Regional researches, Academy of Sciences of Republic Bashkortostan, 453830, Republic Bashkortostan, Sibay, Cetkin, 2, e-mail: baktybaeva@mail.ru

Results of accumulation of heavy metals in the macrophyts of the Tanalyk rivers in a zone of mining objects influence are presented.

Key words: macrophyt, heavy metal pollution, Republic Bashkortostan.

УДК 579.26

# ИЗМЕНЕНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА

Е.В.Баранова, Л.Н.Илюшкина, А.В. Полякова
Южный федеральный университет, 344006, Россия, г. Ростов-на-Дону, ул. Б.Садовая, 105 e-mail: BaranovaEV27@rambler.ru

Изучена ферментативная активность почв урболандшафтов двух городов: Ростова-на-Дону и Азова. Показано, что почвы в условиях сильного антропогенного воздействия характеризуются низкой ферментативной активностью. Данные ферментативной активности могут быть использованы в диагностике и в мониторинговых исследованиях почв.

Ключевые слова: урбанозем, чернозем обыкновенный карбонатный, индустризем, каталаза, инвертаза, уреаза, интенсивность дыхания почвы.

В условиях возросшей антропогенной нагрузки на окружающую природную среду возникла необходимость в детальной информации о фактическом состоянии природных экосистем. Почва, являясь неотъемлемой частью любого наземного биогеоценоза и находясь в динамичном равновесии со всеми другими компонентами природной системы, подвергается деградационным процессам. Среди различных биологических критериев оценки антропогенного влияния на почвы наиболее оперативными и перспективными являются биохимические показатели, дающие сведения о динамике важнейших ферментативных процессов в почве. Почвенные ферменты, участвуя в важнейших биологических циклах углерода, азота, фосфора, серы и других органогенных элементов, определяют направление и степень выраженности почвообразовательного процесса, контролируют эволюцию почвы, уровень плодородия, характеризуют степень нарушения агроэкосистем под влиянием естественных и антропогенных факторов.

Целью проделанной работы явилось изучение ферментативной активности почв урболандшафтов мегаполиса Ростова-на-Дону и провинциального города Азова в условиях антропогенного воздействия.

**Объекты и методы исследования.** Объектами исследования были почвы указанных городов. Отбор образцов в г. Ростове-на-Дону проводили в жилой зоне (частный сектор, п. Чкаловский), рекреационной (парк им. Островского), промышленной зонах

© Е.В.Баранова, Л.Н.Илюшкина, А.В. Полякова, 2010

(западная промзона) и в зоне максимальной антропогенной нагрузки (перекресток пр. Буденовского и ул. Красноармейской). В г. Азове образцы были отобраны в аналогичных зонах: в жилой (частный сектор), рекреационной (парк «Жемчужина Азова») и промышленной (Кагальницкое шоссе).

Для сравнения были отобраны образцы почв с территории микрозаповедника местного значения «Степь приазовская» (окр. х. Недвиговка, Мясниковский район, Ростовская область). Почвы микрозаповедника (чернозем обыкновенный карбонатный) полностью исключены из хозяйственного использования в середине 30-х годов прошлого столетия, в связи с этим их можно считать фоновыми для данного типа почв.

Отбор образцов производился с глубины 0-20 см (верхний слой) в осенний период по методу «конверта» на опытных площадках площадью 25 $м^2$, которые имели характерные черты, свойственные исследуемой зоне. Все площадки были расположены на газонной территории с хорошо развитым травянистым покровом в 7-8 метрах от проезжей части. При отборе проб отмечали примерно одинаковые погодно-климатические условия.

Для жилых зон были характерны урбаноземы частично экранированные с черноземами и урбаночерноземами, для рекреационных - черноземы обыкновенные карбонатные, частично экранированные, для промышленных - индустриземы с участием экранированных урбаноземов и реплантоземов и в зоне максимальной антропогенной нагрузки исследовались урбаноземы сильно экранированные с реплантоземами.

Наиболее сохраненный почвенный покров парково-рекреационных зон городов был представлен черноземами обыкновенными карбонатными мощными и среднемощными преимущественно среднегумусными.

В селитебной зоне с преобладанием частных домовладений наиболее распространены урбаноземы мало- и среднегумусные мало- и среднемощные частично экранированные, а также черноземы и урбо-черноземы слабо- и среднегумусированные мало- и среднемощные на лессовидных суглинках.

Интенсивность дыхания определяли по методу Макарова в модификации Галстяна и выражали в мл $CO_2$ на 100 г почвы / сутки [1].

Ферментативная активность исследуемых почв определялась по активности ферментов, принадлежащих к двум классам: оксидоредуктаз и гидролаз. Гидролазы были представлены инвертазой, участвующей в разложении органических веществ, и уреазой, участвующей в процессе превращения азотистых соединений. Оксидоредуктазы были представлены каталазой, активно продуцирующейся микроорганизмами.

Активность инвертазы и уреазы определяли фотоколориметрическим методом и выражали соответственно в мг глюкозы / г почвы за 24 часа и в мг $NH_3$ на 10 г почвы в сутки. Активность каталазы определяли газометрическим методом и выражали в мл $O_2$ / мин на г почвы [2].

**Результаты и обсуждение.** Активность каталазы в верхнем слое частично экранированных урбаноземов города Азова составила 4,17±0,01 мл $O_2$ / 1 мин на 1 г почвы. Более низкое значение данного показателя зарегистрировано в черноземах (3,97±0,01 мл $O_2$ / 1 мин на 1 г почвы), а минимальное – в образцах индустриземов (2,17±0,03 мл $O_2$ / 1 мин на 1 г почвы), т. е. каталазная активность в индустриземах была в 1,9 раза ниже, чем максимальное значение (табл. 1).

Таблица 1.

**Ферментативная активность почв**

| *П/тип почв* | *Каталаза, мл $O_2$ / мин на г почвы* | | | *Инвертаза, мг глюкозы / г почвы за 24часа* | | *Уреаза, мг $NH_3$ / 10 г почвы за 24 часа* | | *Интенсивность дыхания почв, мл $CO_2$ на 100 г почвы / сут.* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ростов | Азов | Микро-заповед | Ростов | Азов | Ростов | Азов | Ростов | Азов | Микро-заповед |
| *Урбаноземы частично экранирован.* | 4,97 ± 0,01 | 4,17 ± 0,01 | - | 0,22 ± 0,01 | 0,12 ± 0,02 | 0,41 ± 0,01 | 0,85 ± 0,03 | 0,08 ±0,01 | 0,08 ±0,01 | - |
| *Черноземы обыкновенные карбонатные* | 4,75 ± 0,01 | 3,97 ± 0,01 | 5,9± 0,27 | 0,24 ± 0,01 | 0,23 ± 0,01 | 0,90 ± 0,03 | 0,60 ± 0,01 | 0,12 ±0,01 | 0,10 ±0,01 | 0,14 ±0,015 |
| *Индустриземы* | 1,53 ± 0,02 | 2,17 ± 0,03 | - | 0,21 ± 0,01 | 0,10 ± 0,01 | 0,67 ± 0,04 | 0,59 ± 0,01 | 0,13 ±0,01 | 0,08 ±0,01 | - |
| *Урбаноземы сильно экранирован.* | 2,13 ± 0,01 | - | - | 0,24 ± 0,01 | - | 0,45 ± 0,01 | - | 0,09 ±0,01 | - | - |

В данный период исследования в верхнем слое почв города Ростова-на-Дону активность каталазы в различных урболандшафтах города фиксировалась на разных уровнях. Максимальный уровень регистрировался, как и в Азове, в частично экранированных урбаноземах. Второе место по данному показателю заняли черноземы обыкновенные карбонатные. Далее по степени уменьшения показателя следовали сильно экранированные урбаноземы и индустриземы. Черноземы микрозаповедника харктеризовались наибольшей каталазной активностью (5,9±0,27 мл $O_2$ / 1 мин на 1 г почвы). Следовательно, можно сделать вывод, что каталаза является ферментом, чувствительным к антропогенному воздействию и ингибирование фермента может быть использовано для диагностики данного рода воздействий.

Инвертазная активность в почвах города Азова была максимальной в черноземах и составила 0,23±0,01 мг глюкозы / 1 г почвы за 24 часа. В 1,9 раза ниже этот показатель был в урбаноземах (0,12±0,02 мг глюкозы / 1 г почвы за 24 часа). И минимальная активность инвертазы была отмечена в индустриземах (0,10±0,01 мг глюкозы / 1 г почвы за 24 часа).

В ростовских почвах инвертазная активность регистрировалась на уровне 0,21±0,01 - 0,24±0,01 мг глюкозы / 1 г почвы за 24 часа.

Что касается уреазы, то ее активность в почвах города Азова составляла 0,59±0,01 - 0,60±0,01 мг $NH_3$ на 10 г почвы за 24 часа. Исключение составляли образцы частично экранированных урбаноземов. В них уреазная активность составляла 0,85±0,03 мг $NH_3$ на 10 г почвы за 24.

В исследуемых почвах города Ростова осенью максимальный показатель уровня уреазной активности фиксировался в черноземах (0,90±0,03 мг $NH_3$ на 10 г почвы за 24 часа). Более низкая активность уреазы была отмечена в индустриземах (0,67±0,04 мг $NH_3$ на 10 г почвы за 24 часа). И, наконец, урбаноземы как частично экранированные, так и сильно экранированные характеризовались самой низкой уреазной активностью (0,41±0,01 мг $NH_3$ на 10 г почвы за 24 часа и 0,45±0,01 мг $NH_3$ на 10 г почвы за 24 часа соответственно).

Кроме того, видно, что в частично экранированных урбаноземах показатель уреазной активности превышал таковой показатель аналогичных почв города Ростова. А в индустриземах и в черноземах уровень активности уреазы был выше в городе Ростове.

При изучении интенсивности дыхания установлено, что максимальное значение данного показателя отмечалось в черноземах микрозаповедника (0,14±0,015 мл $CO_2$ на 100 г почвы / сут.). Интенсивность дыхания почв города Азова фиксировалась на уровне 0,08±0,01 - 0,10±0,01 мл $CO_2$ на 100 г почвы / сут.

В этот же период в почвах Ростова-на-Дону более высокий показатель дыхания почв регистрировался в черноземах и индустриземах (0,12±0,01 мл $CO_2$ на 100 г почвы / сут. и 0,13±0,01 мл $CO_2$ на 100 г почвы / сут. соответственно). В урбаноземах частично и сильно экранированных этот показатель был несколько ниже (0,08±0,01 мл $CO_2$ на 100 г почвы / сут. и 0,09±0,01 мл $CO_2$ на 100 г почвы / сут. соответственно).

При сравнении показателей почв Азова и Ростова установлено, что в индустриземах интенсивность дыхания почв была выше в Ростове-на-Дону.

Суммируя полученные данные, можно говорить о том, что для почв урбанизированных территорий характерно снижение ферментативной активности. Таким образом, показатели ферментативной активности в условиях различного антропогенного воздействия возможно использовать для диагностики экологического состояния почв. Этому способствует низкая ошибка опытов, простота определения, высокая чувствительность к внешним воздействиям. Преимуществом использования этих показателей является не только возможность быстрого определения изменений в экосистемах на очень ранних стадиях, но и возможность прогнозирования степени и направленности изменений, происходящих в них.

### *Библиографический список*

1. *Галстян А.Ш.* Ферментативная активность почв Армении. Ереван, 1974. С. 83-88.

2. *Методы* почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д.Г.Звягинцева. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. 304 с.

THE CHANGE OF ENZYMATIC ACTIVITY OF SOILS UNDER CITY CONDITIONS

E.V. Baranova, L.N. Ilyshkina, A.V. Polyakova
Southern Federal University, 344006, Russia, Rostov-on-Don,
ul. B. Sadovaya 105 e-mail: BaranovaEV27@rambler.ru

Enzymatic activity of the soil of two cities: Rostov-on-Don and Azov, has been studied. It has been shown that under strong antropogenic influence the enzymatic activity of soils is low. The data on enzymatic activity may be helpful for soil diagnostics and for soil monitoring purposes.

Key words: urbanozem, ordinary carbonate chernozem, industrizem, catalase, invertase, urease, intensity of soil respiration.

УДК 680.90.01

# УСТОЙЧИВОСТЬ ХВОЙНЫХ ПОРОД ДЕРЕВЬЕВ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Е.А. Баскакова, О.А. Савватеева
ГОУ ВПО МО «Международный университет природы, общества и человека «Дубна»,
141980, г. Дубна, ул. Университетская, 19, e-mail: baskea87@mail.ru

Загрязняющие вещества в окружающей среде оказывают сильнейшее антропогенное воздействие на фитоценозы. Устойчивость растений к загрязнению атмосферного воздуха различна. В летние полевые периоды 2008 – 2009 гг. на территории г. Дубны Московской области проведены исследования экологического состояния города по хвойным породам деревьев, в частности по сосне обыкновенной (Pinus sylvestris L.). В статье приведены результаты данного исследования.

Ключевые слова: биоиндикация, оценка качества атмосферного воздуха, сосна обыкновенная Pinus sylvestris L., состояние деревьев сосны, генеративные органы, площадь поверхности хвои.

Сильнейшее антропогенное воздействие на фитоценозы оказывают загрязняющие вещества в окружающей среде. Устойчивость растений к загрязнению атмосферного воздуха различна. Длительное загрязнение атмосферного воздуха на обширных пространствах сопровождается повреждением лесных крупных массивов, которое принято называть "гибелью лесов".

Из высших растений повышенную чувствительность к загрязнению воздуха имеют хвойные породы (кедр, ель, сосна,

© Е.А. Баскакова, О.А. Саватеева, 2010

лиственница). Например, устойчивость к сернистому газу повышается в последовательности: ель — пихта — сосна веймутова и обыкновенная — лиственница. За время жизни хвои сосны она накапливает такое количество сернистого газа, которое существенно превышает пороговое значение. Лиственница, ежегодно сбрасывающая хвою, значительно устойчивее к сернистому газу.

Сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L. естественно растет в Западной Европе, европейской части России, в Крыму и Сибири. Достигает 30-50 м высоты и до 1 м в диаметре. Имеет прямой, полнодревесный, высокоочищающийся от сучьев ствол и конусовидную крону. Сосна светолюбива, морозо- и засухоустойчива, однако слабо устойчива к загрязненной среде городов. Оценки газоустойчивости неоднозначны. Преобладает мнение, что сосну лучше отнести к чувствительным и самым чувствительным видам с повреждением хвои до 40% и более. Считается, что для условий лесной полосы России наиболее чувствительны к загрязнению воздуха именно сосновые леса. Это обусловливает выбор сосны как важнейшего индикатора антропогенного влияния, принимаемого в настоящее время за «эталон биодиагностики».

По данным лесоустройства в г. Дубна в 2002 г доля сосны обыкновенной в городских лесных насаждениях составляла 24,5%. Г. Дубна характеризуется достаточно благоприятной экологической обстановкой. На состояние атмосферного воздуха г. Дубны основное воздействие оказывает автотранспорт, загрязнение воздуха от производств носит в основном локальный характер. Однако на территории города встречаются суховершинность сосен, механические повреждения, болезни, термотравмы деревьев, многовершинность и искривление стволов, сухостой, а так же загрязнение леса, уплотнение верхнего слоя почвы.

Повреждения деревьев, возможно, являются проявлением такого широко исследуемого в настоящее время явления, как геопатогенность.

В летние полевые периоды 2008 – 2009 гг. на территории г. Дубны были проведены биоиндикационные исследования экологического состояния города по хвойным породам деревьев – сосне обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). Для этого выполнен комплекс исследований в 57 точках пробоотбора на территории города Дубны, которые равномерно охватывают все функциональные зоны.

В первую очередь было исследовано состояние хвои сосны обыкновенной. Принцип метода исследования основан на выявленной зависимости степени повреждения хвои (некрозов и усыхания) от загрязнения воздуха. Также во всех точках пробоотбора на территории г. Дубны определены морфологические признаки хвои. Это напрямую измеренные показатели, такие как длина и ширина хвоинок, и рассчитанные по элементарным математическим формулам параметры — полусферическая сторона хвои и общая поверхность хвои. В каждой точке пробоотбора было посчитано количество хвоинок на 10 см побега, оценено биоразнообразие деревьев, кустарников и травянистых растений. Так же проводилось детальное изучение состояния генеративных органов сосны обыкновенной, были определены линейные размеры шишек (длина и диаметр). По методике, разработанной Центром защиты леса Московской области, были определены категории состояния деревьев сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. проведена оценка состояния окружающей среды по лишайникам – эпифитам сосны.

Анализ и визуализация полученных данных проводились в *Microsoft Excel* и программном комплексе *Surfer*. По результатам исследований были построены картосхемы и поверхности распределения изученных параметров, проведена статистическая обработка результатов с построением графиков и гистограмм.

По результатам проведенных исследований основная часть территории города относится к 1 и 2 классам загрязнения, то есть воздух идеально чистый и чистый. По площади поверхности хвои вся территория города достаточно однородна. Но все же северо-западная часть города и Левобережье характеризуются более развитыми естественными хвойными насаждениями с высокой площадью поверхности хвои. На всей территории города Дубна количество хвоинок на 10 см побега приблизительно одинаково. Проведенные исследования показали, что на основной территории города на 10 см побега сосны обыкновенной от 60 до 75 хвоинок. Измерение линейных размеров шишек сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. показало, что состояние генеративных органов сосны на территории города так же достаточно однородно. На основной территории города диаметр шишек составляет 70-80 мм, длина шишек от 45 до 55 мм. Большая часть деревьев сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. относятся к 1 категории состояния, т.е. без признаков ослабления: хвоя зеленая,

крона густая, прирост текущего года нормальный для данного возраста.

При сопоставлении исследований по всем параметрам были получены достаточно близкие результаты. Итак, результаты проведенных исследований сосны обыкновенной позволяют говорить о достаточно благоприятном состоянии окружающей среды в городе. Однако, в г. Дубна с благоприятной экологической обстановкой все же выявляется антропогенное воздействие. Вариации показателей исследуемых параметров сосны обыкновенной связаны, скорее всего, с конкретным антропогенным воздействием промышленных предприятий города и автотранспорта. Выделяются локальные участки наиболее сильного антропогенного воздействия. Например, это участок Дмитровского шоссе рядом с разветвлением железной дороги, район полигона ТБО «Дубна Правобережная», а так же район Восточной котельной.

Оценка качества окружающей среды по лишайникам – эпифитам сосны также дала интересные результаты. В Дубне с относительно благоприятной экологической обстановкой были выявлены участки, на которых встречается большое количество лишайников, однако состояние деревьев сосны, хвои, генеративных органов на данной территории неудовлетворительное. В частности, рядом с площадкой ЛЯП ОИЯИ встречается гипогимния вздутая с диаметром розеток до 2 см, что говорит о хорошем качестве атмосферного воздуха. Но деревья сосны обыкновенной на этом участке относятся к 3 категории состояния, т.е. деревья сильно ослабленные. Возможно ослабленное состояние деревьев связано с повышенным уровнем радиационного воздействия в районе ОИЯИ.

Последнее утверждение, несомненно, нуждается в детальной, тщательной дальнейшей проверке, что и планируется выполнить в ближайшее время. Для проведения исследования предполагается провести сопоставление результатов измерения различных параметров состояния сосны обыкновенной с уровнем радиационного фона, а также радиоактивностью атмосферного воздуха, воды, почвенного покрова и растительности в городе Дубна.

### *Библиографический список*

1. *Ашихмина Т.Я.* Экологический мониторинг: Учебно-методическое пособие. – Изд.4-е — М.: Академический Проект; Альма Матер, 2008. – 416 с.

2. *Баскакова Е.А.* Оценка состояния воздушной среды г. Дубны Московской области с использованием сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. в качестве биоиндикатора. Бакалавр. раб. — Дубна: ГОУ ВПО МО «Международный университет природы, общества и человека «Дубна», 2009.

STABILITY OF CONIFERS IN HUMAN IMPACT

Baskakova E.A., Savvateeva O.A., Soboleva E.D.
International University of Nature, Society and Man "Dubna", 141980, Dubna, Moscow region, Yniversitetskay street, 19, baskea87@mail.ru

Contaminants in environment are powerful human impact on phytocenosis. Plant's stability to air pollution is varied. In summer field periods 2008-2009 on the territory of the town of Dubna, Moscow Region, research of ecological condition of town by conifer-based bioindication, at Pinus sylvestris L. in particular, are done. In the article results of this research are considered.

Key words: bioindication, air quality estimation, Pinus sylvestris L., condition of pine, generative organ, surface area of needles.

УДК 631.95:615.3

## ДЕТОКСИКАЦИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В СИСТЕМЕ РАСТЕНИЕ (КОРМ) – ЖИВОТНОЕ

Т.И. Бокова
Сибирский научно-исследовательский институт переработки сельскохозяйственной продукции, Новосибирский государственный аграрный университет, 630039, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, e-mail: b0k0va@mail.ru

В работе приведена систематизация многолетних исследований о различных детоксикантах антропогенных загрязнителей в организме животных.

Ключевые слова: детоксикация, антропогенные загрязнители, тяжелые металлы, классификация.

До настоящего времени деятельность человека не оказывала заметного влияния на сбалансированную в течение длительного времени экологическую среду. Но сейчас в ряде регионов эта гармония нарушена в результате все увеличивающейся антропогенной нагрузки.

© Т.И. Бокова, 2010

Некоторые металлы, прежде всего свинец, кадмий, ртуть, имеют уникальные токсикологические характеристики и оказывают негативное воздействие на окружающую среду и животные организмы даже в следовых количествах. Поэтому необходимо проведение дальнейших исследований их свойств и путей распространения в природных средах, токсического влияния на человека и животных. Недостаточное внимание к данной проблеме накладывает на человеческое общество дополнительный риск от действия тяжелых металлов.

В Новосибирском государственном аграрном университете совместно с институтом переработки сельскохозяйственной продукции СО Россельхозакадемии ведутся исследования по разработке препаратов, уменьшающих токсическое действие ряда антропогенных загрязнителей с 1998г. В настоящее время, на основе экспериментальных данных переработана и расширена классификация детоксикантов, предложенная ранее в системе растение (корм) – животное [1]. Рассмотренные ниже детоксиканты уменьшают аккумуляцию тяжелых металлов в организме животных.

Существуют детоксиканты минерального происхождения. К ним отнесены различные алюмосиликаты: цеолиты, клиноптилолит, вермикулит, опалиты, монтморрилониты. Эти минералы обладают большой сорбционной емкостью, в том числе к токсинам в желудочно-кишечном тракте. К недостаткам их применения можно отнести уменьшение в организме таких необходимых элементов как железо, медь, цинк.

Группа энтеросорбентов (СУМС-1, карбоктин) более применима для сорбции бактериальных токсинов в желудочно-кишечном тракте. Существует ряд комбинированных препаратов на основе активированного угля, эти препараты довольно активно сорбируют тяжелые металлы. В частности, мы использовали в исследованиях комбинацию активированного угля с сульфатом магния.

К детоксикантам синтетического происхождения относим комплексоны. Они являются циклическими соединениями, имеющими в своей структуре различные функциональные группы, образующие хелатные связи с ионами металлов, благодаря присутствию азота. В результате такой реакции образуются комплексы хорошо растворимые, практически недиссоциирующие, малотоксичные. Токсикоэлемент в этом комплексе за счет координационных связей не

высвобождается, теряет ему присущую токсичность и быстро выводиться из организма.

В качестве комплексонов наиболее широко используются производные полиаминокарбоновых и полиаминофосфоновых кислот: тетрацин, пентацин, фосфицин и др. Их высокая выделительная активность в отношении металлов, внутривенный путь введения, резкое перераспределение металла между скелетом и кровью при его массивном выведении, возможность побочных явлений (нефротоксический синдром) ограничивают рамки использования указанных препаратов только при тяжелых формах интоксикации.

Комплексоны обладают побочными свойствами, нарушают обмен микроэлементов в организме, могут вызывать усиление симптомов интоксикации в период высокой элиминации металлов из организма. Все перечисленные негативные стороны действия комплексонов свидетельствуют о нецелесообразности их использования в качестве профилактических средств.

Кроме того, к препаратам синтетического происхождения отнесли витамины, метионин, тиосульфат и селенит натрия. Вопросы использования их дозировок разработаны не достаточно. В эту же группу можно классифицировать серо- и селенсодержащие препараты. В основном это соли, полученные химическим синтезом.

К детоксикантам биологического происхождения целесообразно классифицировать дрожжи и пробиотики, эффективные микроорганизмы, молочно-кислую кормовую добавку, поливедрим, фагостим .

К группе детоксикантов растительного происхождения относим облепиховый жом, корень солодки, препараты из семян тыквы, рапса. В лаборатории детоксикантов Института переработки сельскохозяйственной продукции изучали яблочный и облепиховый гомогенат. Были испытаны гомогенаты в количестве 6% и 10%. При фоновой интоксикации токсичными элементами было выявлено достоверное снижение содержания свинца и кадмия в органах и тканях лабораторных животных (крыс). Установлено, что при увеличении фоновой интоксикации металлами в два раза целесообразно применять более высокие концентрации детоксикантов до 10%. Облепиха и ранет, представляют собой комплекс биологически активных веществ, а именно пектинов, флавоноидов, витаминов, участвующих в процессе детоксикации [2].

Впервые разработаны мясные полуфабрикаты на основе ИК-сушеных овощей (свеклы, моркови, тыквы). Проведена их органолептическая оценка качества, определены функциональные показатели, а также выбраны наиболее предпочтительные сочетания овощей с определенным видом мяса. Установлена способность мясного полуфабриката с добавками из овощей к детоксикации антропогенных загрязнителей (свинца и кадмия) в модельных исследованиях на крысах [4].

Пектины, альгинты, каррагинан и другие полисахариды растительного происхождения изучены ранее [3,5]. Профилактическое действие пектинов (естественных комплексообразователей) связано с их способностью уменьшать всасывание металла в желудочно - кишечном тракте, предупреждать его вторичную резорбцию в кровь, способствовать усиленному выведению металла из организма. Пектины стимулируют выведение и препятствуют всасыванию тяжелого металла как поступающего, так и ранее поглощенного организмом.

При разработке рецептур продуктов лечебного, лечебно-профилактического, функционального назначения целесообразно использовать природные полисахариды. Механизм их действия может быть различен. В одном случае, действует целлюлозная матрица (порошки из высушенных овощей, грибной порошок, крупы). В другом случае, возможны реакции комплексообразования и ионного обмена с функциональными группами собственно полисахарида (пектин, альгинат, каррагинан, хитин).

Гуминовый препарат «Гумадапт», полученный щелочным гидролизом торфа, так же отнесен нами в эту группу.

В последнее время широко изучаются детоксиканты растительного происхождения и комплексные детоксиканты. Комплексные детоксиканты содержат в своем составе несколько компонентов, причем это могут быть близкие по происхождению и резко различные компоненты. Работа в этом направлении позволяет усилить действие ряда детоксикантов и компенсировать недостатки или слабые места использования других компонентов. Комплексные детокиканты по происхождению не всегда вписываются в рамки нашей прежней классификации, поэтому, на наш взгляд, целесообразно введение термина, комбинированное происхождение.

Например, известно, что использование облепихового жома и цеолита в качестве кормовых добавок приводит к увеличению

прироста живой массы, уменьшению содержания тяжелых металлов в организме животных и выведению их через желудочно-кишечный тракт [6].

Изученный нами в качестве детоксиканта Селена Вэл – порошок спирулины, автолизат селенсодержащих дрожжей и аскорбиновой кислоты: органически связанный селен в составе автолизата дрожжей - может быть также, на наш взгляд, отнесен к препаратам комбинированного происхождения.

**Выводы**

1. Определено пять групп детоксикантов, уменьшающих аккумуляцию тяжелых металлов в организме животных по виду их происхождения: минерального; синтетического; биологического; растительного комбинированного.

2. Препараты минерального происхождения, микробиологического и гуминосодержащие препараты являются универсальными детоксикантами тяжелых металлов в системе почва-растение-животное.

3. При разработке рецептур продуктов для экологически неблагоприятных регионов целесообразно использовать пищевые добавки, содержащие достаточное количество природных полисахаридов, в основном растительного происхождения.

4. Комплексные детоксиканты могут относится к одной из пяти групп детоксикантов, наиболее перспективно изучение детоксикантов комбинированного происхождения.

***Библиографический список***

1. *Бокова Т.И.* Эколого-технологические аспекты поведения тяжелых металлов в системе почва – растение – животное - продукт питания человека / Т.И. Бокова. – Новосибирск: РАСХН. Сиб. отд-ние. ГНУ СибНИПТИП, 2004. – 206 с.

2. *Желтышева О.С.* Влияние плодово-ягодных гомогенатов на толерантность крыс к антропогенным загрязнителям (свинцу и кадмию). Автореф. дис. на к.б.н. – Новосибирск. - 2009. – 17 с.

3. *Инербаева А.Т.* Товароведная оценка мяса птицы и способы снижения токсичных элементов как факторы, формирующие безопасность пищевых продуктов: Автореф. дис. … канд. тех. наук. – Кемерово, 2004. – 17 с.

4. *Коршунова В.В*. Разработка композиционных рецептур мясных продуктов на основе ИК-сушеных овощей/ В.В. Коршунова,

Т.И. Бокова, А.Т. Инербаева// Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – №4, 2009. – С. 55 – 58.

5. *Носенко Д.Л.* Влияние растительных полисахаридов на детоксикацию антропогенных загрязнителей (свинца и кадмия) в организме крыс. Автореф. дис. … канд.биол. наук. – Новосибирск, 2007. – 15 с.

6. *Попов В.А*. Откорм бычков разных пород при высоком уровне тяжелых металлов в кормах рациона и использование детоксиканта: Автореферат на соиск. учен. степени канд. с.-х.наук. – Новосибирск, 2001. – С. 19-20.

## DETOXICATION OF ANTROPOGENIC POLLUTANTS IN THE SYSTEM PLANT (FODDER) – ANIMAL

T.I. Bokova

Siberian Research Institute of agricultural output, Novosibirsk State Agricultural University, 630039 Novosibirsk, Dobrolubov Street, 160

The systematization of longstanding investigation of different detoxicants of antropogenic pollutants in animal body.

Key words: detoxication, antropogenic pollutants, heavy metal, classification.

УДК 502.4

# РОССИЙСКИЕ ТЕРРИТОРИИ ВСЕМИРНОГО ПРИРОДНОГО НАСЛЕДИЯ – ВАЖНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОЗНАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

А.А. Буторин, М.Е. Кладовщикова
Фонд «Охрана природного наследия» / Институт географии РАН,
г. Москва, Россия E-mail: butorin@nhpfund.ru;
kladovschikova@nhpfund.ru

Популяризация российских ООПТ, территорий Всемирного природного наследия и идей Конвенции о всемирном наследии сыграет важную роль в решении такой задачи, как формирование экологической культуры.

Статус объекта Всемирного наследия является альтернативой развития, способствует получению преимуществ не только в природоохранном контексте и в плане всесторонней поддержки территорий, но и в формировании экологического сознания и экологической культуры в современном российском обществе.

Российские объекты Всемирного природного наследия – бесценный «стратегический природный резерв», нуждающийся в охране и всесторонней поддержке еще и потому, что, являясь добровольным уникальным вкладом в общую «копилку человечества», положительно влияет на имидж России.

Ключевые слова: Конвенция об охране Всемирного культурного и природного наследия ЮНЕСКО, Охрана природного наследия, Особо охраняемая природная территория, Объект Всемирного природного наследия ЮНЕСКО, Экологическое сознание, Экологическая культура.

## *Всемирное наследие: цели и задачи*

Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО) стремится к выявлению, защите и сохранению культурного и природного наследия, имеющего выдающуюся ценность для всего человечества [2]. Эта идея нашла свое воплощение в международном соглашении – Конвенции об охране всемирного культурного и природного наследия, принятой 17-й сессией Генеральной Конференции ЮНЕСКО 16 ноября 1972 г. и вступившей в силу 17 декабря 1975 г. Россия (бывш. СССР) подписала Конвенцию в 1988 г.

Основная цель Конвенции – объединение усилий международного сообщества для выявления, охраны и всесторонней поддержки выдающихся в мировом масштабе памятников культуры и природных объектов [3]. Конвенция является наиболее действенным и представительным международным природоохранным инструментом -

© А.А. Буторин, М.Е. Кладовщикова, 2010

в настоящее время общее число государств-сторон Конвенции достигло 187.

К культурному наследию относятся памятники, группы зданий и объекты, представляющие историческую, эстетическую, археологическую, научную, этнологическую или антропологическую значимость. Природное наследие включает уникальные физические, биологические и геологические формации, местообитания редких и исчезающих видов флоры и фауны, а также территории, имеющие выдающуюся научную, природоохранную или эстетическую ценность.

Среди природных объектов первыми статус Всемирного наследия получили Галапагосские острова, национальные парки Йеллоустонский (США), Наханни (Канада) и Симэн (Эфиопия). За последующие годы Список стал весьма представительным как в отношении различных регионов планеты, так и по количеству территорий: в настоящее время он включает 911 объектов из 151 страны мира – 180 природных, 704 культурных и 27 природно-культурных объекта [6]. Под охраной Конвенции находятся такие общеизвестные шедевры природы, как Большой Барьерный риф, Галапагосские и Гавайские острова, Гранд-Каньон, гора Килиманджаро, водопады Виктория, Игуасу и т.д.

Задачи миссии ЮНЕСКО в поддержку объектов всемирного наследия заключаются в следующем [2]:

- способствовать присоединению государств к Конвенции, содействуя тем самым сохранности культурного и природного наследия этих государств;
- способствовать выдвижению государствами-сторонами Конвенции объектов, расположенных на их территории, на включение в Список всемирного наследия;
- способствовать разработке и внедрению государствами-сторонами планов управления и систем отчетности о состоянии сохранности объектов Всемирного наследия;
- оказывать государствам-сторонам поддержку в сохранении объектов Всемирного наследия путем предоставления технического содействия и профессионального обучения;
- оказывать объектам Всемирного наследия экстренную помощь в случае возникновения для них непосредственной угрозы;
- поддерживать деятельность государств-сторон, направленную на повышение осведомленности общественности в вопросах сохранения Всемирного наследия;

- поощрять участие местного населения в охране культурного и природного наследия;

- содействовать международному сотрудничеству в области сохранения культурного и природного наследия нашей планеты.

*Всемирное природное наследие в России*

Россия представлена в Списке 15 культурными и 9 природными объектами. По количеству природных объектов Россия делит четвертое место с Канадой вслед за Австралией, Америкой и Китаем. Статус объекта Всемирного наследия имеют 30 российских ООПТ, в числе которых 12 государственных природных заповедников и 6 государственных национальных парков [1].

В настоящее время статус объекта Всемирного природного наследия (ВПН) имеют следующие уникальные участки российской природы, отличающиеся естественными ландшафтами и исключительно высоким биоразнообразием:

1. «Девственные леса Коми» (год включения – 1995),
2. «Озеро Байкал» (1996),
3. «Вулканы Камчатки» (1996),
4. «Золотые горы Алтая» (1998),
5. «Западный Кавказ» (1999),
6. «Центральный Сихотэ-Алинь» (2001),
7. «Убсунурская котловина» (2003, трансграничный российско-монгольский объект),
8. «Остров Врангеля» (2004),
9. «Плато Путорана» (2010).

Национальный парк «Куршская коса» (2000) включен в Список в составе трансграничного российско-литовского объекта как выдающийся культурный ландшафт.

Начиная с 2003 г. номинации природных объектов могут быть приняты к рассмотрению Центром всемирного наследия только при условии их заявки в Предварительном списке. Предварительный список обозначает перспективные к номинированию природные комплексы, при этом государство-сторона не несет каких-либо обязательств по дальнейшему представлению их в Список всемирного наследия.

В период 2005 - 2008 гг. в целях формирования сбалансированного Предварительного списка Российской Федерации

Министерством природных ресурсов и экологии были предложены следующие природные объекты [5]:

1. Заповедник Магаданский (государственный природный заповедник «Магаданский»);
2. Командорские острова (государственный природный биосферный заповедник «Командорский»);
3. Степи Даурии (государственный природный биосферный заповедник «Даурский»);
4. Ленские столбы (природный парк Республики Саха (Якутия);
5. Красноярские столбы (государственный природный заповедник «Столбы»);
6. Большое Васюганское болото (Васюганский комплексный заказник Томской области);
7. Ильменские горы (заповедник «Ильменский»).

Выбор указанных объектов осуществлен на основании анализа их природной значимости, проведенного научными и общественными организациями, и одобрен МПР России. Для всех указанных территорий органами исполнительной власти соответствующих субъектов Российской Федерации в МПР России направлены предложения об их включении в Список всемирного наследия ЮНЕСКО.

Россия богата неповторимыми, не затронутыми хозяйственной деятельностью природными комплексами. По приблизительным оценкам ученых в нашей стране насчитывается около 20 территорий, достойных статуса объекта Всемирного природного наследия. В настоящее время проводятся экспертные работы по включению в Предварительный список РФ следующих природных объектов: «Дельта Волги», «Дельта Лены», «Зеленый пояс Фенноскандии», «Курильские острова», «Валдай – великий водораздел», «Долина реки Бикин», «Центральносибирский заповедник», «Кунгурская ледяная пещера» и «Соловецкие острова».

### *Природное наследие России как фактор формирования экологического сознания*

В последние годы Россия уверенно добивается значительных успехов в различных сферах. После длительного перерыва достигнуты блестящие успехи в наиболее популярных видах спорта, науке, искусстве; на подъеме российская экономика, реализуется целый ряд

социально значимых федеральных целевых программ, создан стабилизационный фонд, накоплен беспрецедентный золото-валютный запас. Россия приобретает все больший вес на международной арене. Все это, безусловно, способствует росту национального самосознания жителей России.

В то же время, проблемы охраны окружающей среды в России стоят по-прежнему остро. На фоне активного использования природных ресурсов, вовлечения в хозяйственный оборот новых месторождений топливного и минерального сырья, освоения новых участков дикой природы, природоохранные проблемы требуют пристального внимания и оперативного решения.

Для эффективного решения природоохранных проблем необходимо коренным образом изменить отношение к окружающей среде у различных слоев современного российского общества. Популяризация и «продвижение» российских ООПТ в целом и территорий Всемирного природного наследия (ВПН) – участков природы, признанных уникальными в мировом масштабе, а также идей Конвенции о всемирном наследии, сыграет важную роль в решении такой задачи, как формирование экологической культуры.

По целому ряду причин до настоящего времени статус объекта Всемирного природного наследия в России использовался практически с единственной целью – привлечь международные правовые инструменты для предотвращения хозяйственного воздействия как на сами участки ВПН, так и на прилегающие территории. Такой «однобокий» подход к применению Конвенции не мог не спровоцировать конфликтные ситуации с хозяйствующими субъектами, территориальными органами административного управления, что, в свою очередь, привело к приостановке процесса номинирования новых территорий. Отсутствие доступной информации о Конвенции, ее целях и задачах, а также о российских объектах ВПН (даже подавляющее большинство местных жителей не знает о соседстве с уникальными объектами природы), является серьезной проблемой, не позволяющей в полной мере использовать огромный потенциал статуса объекта всемирного наследия, а также грамотно применять Конвенцию.

Статус объекта Всемирного наследия является альтернативой развития и способствует получению целого ряда преимуществ не только в природоохранном контексте и в плане всесторонней

поддержки территорий, но и в формировании экологического сознания и экологической культуры в современном российском обществе.

Основные преимущества можно свести к следующему перечню:

- Формирование экологической культуры современного российского общества,
- Формирование национальной идеи Великой России,
- Повышение престижа Государства, территорий ВПН и управляющих ими учреждений,
- Популяризация включенных в Список объектов,
- Развитие альтернативного природопользования (экологического туризма, традиционных промыслов и т.п.) и активизация местного социально-экономического развития,
- Приоритетность в привлечении финансовых средств для поддержки объектов ВПН,
- Организация мониторинга и контроля за состоянием сохранности природных объектов,
- Формирование «стратегического природного резерва».

Уникальные российские природные территории, имеющие выдающееся мировое значение и включенные в Список ВН ЮНЕСКО, безусловно, являются предметом национальной гордости и призваны популяризировать богатейшее природное наследие России.

Не испорченные хозяйственной деятельностью человека, существенные площади российских объектов всемирного природного наследия являются бесценным «стратегическим природным резервом», расположенным на территории России. Этот резерв в обозримом будущем станет неизмеримо дороже и ценнее тех же топливных и минеральных ресурсов, планы по разработке и транспортировке которых часто вступают в конфликт с положениями Конвенции. Кроме того, тот факт, что Россия добровольно делает уникальные вклады в общую «копилку человечества», безусловно, положительно влияет на имидж страны. Такие территории нуждаются в первоочередной охране и всесторонней поддержке.

Ставшая известной и популярной в мире идея Конвенции о всемирном наследии может быть эффективно использована для формирования природоохранного сознания, способна существенно изменить отношение российского общества к вопросам охраны природы. Используя инструменты Конвенции и богатый опыт ее применения, в России может быть учреждена ежегодная национальная премия «Природное наследие России». При грамотной организации

процесса номинирования (привлечение к процессу наиболее популярных географов, природоохранных деятелей, взаимодействие с социально ответственным бизнесом и т.п.) лучших уголков российской природы, такая премия может стать мощным фактором формирования бережного отношения к природе.

***Библиографический список***

1. Буторин А.А. Территории всемирного природного наследия в России. // Проблемы региональной географии, М., 2001. №3. С. 61-69.

2. Всемирное наследие. Информационный сборник. Центр Всемирного наследия ЮНЕСКО, 2005.

3. Конвенция об охране всемирного культурного и природного наследия. ЮНЕСКО, 1972.

4. Руководство по выполнению Конвенции об охране Всемирного наследия. ЮНЕСКО, 2005.

5. Butorin A. World Natural Heritage Sites in Russia – current situation and perspectives. // World Natural Heritage and cultural landscapes in Europe, Bonn, Germany 2005, p. 77-87.

6. Сайт Фонда «охрана природного наследия»: http://www.nhpfund.ru/

## RUSSIAN WORLD NATURAL HERITAGE TERRITORIES – SIGNIFICANT IMPLEMENTS OF ENVIRONMENTAL AWARENESS AND ENVIRONMENTAL CULTURE FORMING

A.A. Butorin, M.E. Kladovschikova
Natural Heritage Protection Fund / Institute of Geography of RAS,
Moscow, Russia E-mail: butorin@nhpfund.ru kladovschikova@nhpfund.ru

Russian SPAs, World Natural Heritage properties and Convention concept popularization will play a key role in solving a problem of environmental culture forming.

World Heritage status is alternate in development, assist to get advantages not only in environmental context and in property all-round support, but also in environmental awareness and environmental culture forming in modern Russian society.

Russian World Natural Heritage properties are invaluable “strategic natural backup” helpless in conservation and all-round support else for its positive effect on Russian image in view of being voluntary unique contribution in public “humanity piggy bank”.

Key words: Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage, Natural Heritage Protection, Specially protected areas, UNESCO World Natural Heritage property, Environmental awareness, Environmental culture.

УДК 556.3: 624.131

# АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ «КАМСКОЙ ДОЛИНЫ»

С.А. Виноградова
Верхнекамский трест инженерно-строительных изысканий,
г. Пермь, ул.Куйбышева, 52 email: vinogradova_sv@mail.ru

Территория жилого района «Камская долина» отличается выгодным экономическим положением, но обладает сложными природными, инженерно-геологическими и геотехническими условиями. Антропогенное воздействие (интенсивные торфоразработки, намыв песчано-гравийной смеси из русла р. Камы, создание Воткинского водохранилища и Камской ГЭС, достаточно хаотичная застройка и др.) значительно сказалось на инженерно-геологических условиях территории.

Ключевые слова: «Камская долина»; инженерно-геологические условия; антропогенное воздействие; трансформация геологической среды; инженерная защита территории.

«Камская долина» расположена в правобережной части Ленинского района г. Перми, площадь района превышает 900 га. Сейчас данная территория представляет собой непланомерно застроенную, в основном временными постройками, площадь, отличающуюся выгодным экономическим положением, но обладающую сложными природными, инженерно-геологическими и геотехническими условиями.

Освоение правобережья реки Камы началось еще в первом десятилетии прошлого века. По утвержденному в 1972 г. генплану г.Перми здесь планировалось создание нового микрорайона на 2,6 млн. кв. м жилья, с 1975 г. даже началась инженерная подготовка территории, но в 1992 г. все работы были прекращены. В первую очередь это было связано с возникнувшей проблемой в финансировании и с пересмотром нормативов [6], согласно которым данная территория была отнесена к зонам катастрофического затопления. Таким образом ясно, что без поддержки государства строительство жилья в «Камской долине» населению не осилить. В 1998 г. данную территорию начали осваивать предприниматели – строились автозаправки, автосалоны, мойки, торгово-выставочные комплексы. В 2008 г. здесь было начато строительство Федерального центра сосудистой хирургии и перинатального центра.

© С.А. Виноградова, 2010

В 2009 г. вновь зашел серьезный разговор о комплексном освоении территории «Камской долины», одного из выгодно (в центре!) расположенных, но так и не обжитых по-современному районов столицы Западного Урала. В 2008-2009 гг. Верхнекамским трестом инженерно-строительных изысканий был проведен комплекс изыскательских работ по муниципальному контракту, заключенному с Департаментом планирования и развития г.Перми. В результате проделанной работы была дана оценка инженерно-геологических условий всей территории жилого района «Камская долина».

Сейчас площадь Камской долины представляет собой поверхность с преобладающими отметками 93-97 м, покрытую заболоченными пространствами с торфяными залежами (мощностью до 7-9,5 м), разделенными песчаными прирусловыми валами и косами.

Территория жилого района характеризуется сложным геологическим строением, выявлено 5 литологических типов разрезов. На глубину 12-24 м массив сложен аллювиальными и озерно-болотными отложениями с весьма различными фильтрационными свойствами: от очень сильноводопроницаемых (по [1]) гравийно-галечниковых грунтов в основании четвертичного разреза, водопроницаемых пылеватых и мелких песков в основной части до практически водонепроницаемых тяжелых глин и уплотненных сверху торфов. Встречаются илы, сапропели, пылевато-глинистые заторфованные отложения. Подстилаются четвертичные образования фациально невыдержанной терригенной толщей шешминской свиты уфимского яруса с редкими гипсовыми линзами и карстовыми полостями в них. С $70^{x}$ гг. на многих участках района заметную роль играет слой намывных грунтов мощностью до 6-8 м, сформированный без предварительного дренажа территории. При таком разнообразии литологических слоев на отдельных площадках выделяется до 15 инженерно-геологических элементов, причем крупнообломочные грунты (в том числе техногенные) часто суффозионно неустойчивы, и при проектировании и строительстве дренажа территории требуют особого внимания [4, 5].

Сложны и гидрогеологические условия [2]. Установлены подземные воды в намывных грунтах, подземные воды в торфах (болотные воды), подземные воды в глинах и суглинках пойменной фации (в пределах поймы), подземные воды в песках и гравийно-галечниковых с песчаным заполнителем грунтах русловой и

прирусловой фаций поймы и I надпойменной террасы. По взаимосвязи подземных и речных вод выделяются три гидродинамические зоны [3].

Непроста и гидрологическая обстановка: три небольшие речки-ручьи (Безгодовка, Торфяная, Черная) и многочисленные озера и водоемы-котлованы (в том числе оставшиеся после торфоразработок), являющиеся и путями внедрения паводковых вод.

Имеют широкое распространение и оказывают решающее влияние на выбор проектных решений, строительство и эксплуатацию объектов такие инженерно-геологические процессы, как подтопление, которому подвержена вся территория жилого района, затопление водами 1% обеспеченности, переработка берега водохранилища, заторфованность и заболачивание.

Кроме того, в сфере взаимодействия сооружений с геологической средой широко развиты специфические грунты (техногенные, намывные, органические и органо-минеральные – торф и заторфованные глинистые, ил, сапропель), также оказывающие влияние на выбор проектных решений, строительство и эксплуатацию объектов.

В целом территория жилого района характеризуется достаточно запущенным, искусственно созданным рельефом: спланированные участки перемежаются с изрытостями, естественными понижениями, нагромождениями строительного мусора и просто свалками.

Столь сложная обстановка сложилась не без влияния человека. Антропогенное воздействие значительно сказалось на инженерно-геологических условиях данной территории.

Среди основных воздействий необходимо отметить:

- интенсивные торфоразработки, которые проводились вплоть до 1962 г (Пермский торфобрикетный завод). На выбранных местах впоследствии образовались озера и в настоящее время местность представляет собой заболоченное кочковатое редколесье (при мощности торфяных залежей от 0,4 до 2-3,4 м);

- создание Воткинского водохранилища, что привело также к интенсификации ряда геологических процессов. Воткинское водохранилище, повысив меженный уровень р.Камы на 1,5-2м, активизировало водообмен в пределах низких террас и вызвало подпор грунтовых вод, подтопление и заболачивание территории. Сейчас территория Камской долины подвержена не только катастрофическому затоплению (по данным научно-исследовательского Института энергетических сооружений РАО ЕЭС

России, 2006 г., с отметками 98-98,5 м в системе высот г.Перми) в случае гидродинамической аварии на Камской ГЭС (расположенной в 11 км выше), но и затоплению 1%-ным паводком Воткинского водохранилища (95,4 м). С созданием водохранилища и наполнением его чаши усилилось также влияние факторов, вызывающих переработку берегов;

- в результате строительного освоения территории «Камской долины» было произведено частичное выторфовывание грунта с последующим гидронамывом песчано-гравийной смесью из русла р.Камы. Намыв проводился без предварительного дренажа территории, что привело к негативным последствиям, в частности, к развитию процесса подтопления;

- проводившийся гидронамыв из русла р. Камы увеличивал на большом протяжении глубину реки, что отрицательно сказалось на величине переработки берегов. В отдельных местах (устье р.Безгодовки) отступание берега достигает 1-1,5 м/год (опасная и весьма опасная категория по СНиП 22-01-95 [7]);

- несанкционированный ввоз бытового и строительного мусора и образование беспорядочных свалок негативно сказывается на химическом составе подземных вод, на ее агрессивности, а также на экологической обстановке в целом всей территории.

Таким образом, по совокупности вышеизложенных факторов согласно табл. 5 СП 11-105-97 инженерно-геологические условия территории «Камская долина» оцениваются как сложные (III категория) [8]. Жилое строительство в таких условиях требует соответствующую инженерную защиту [6].

Большая часть территории «Камской долины» (около ¾), а именно территория подвергшаяся тому или иному техногенному вмешательству, может быть отнесена к площади, требующей значительных финансовых затрат для проведения разумной и обоснованной инженерной защиты. Необходима прежде всего разработка технико-экономического обоснования (ТЭО) освоения всей территории Камской долины, а не отдельных локальных площадей, с проведением численного и аналогового моделирования процессов затопления и дренирования, в том числе с учетом намечаемого к строительству в 2 км выше «Камской долины» Мотовилихинского коммунального моста через р.Каму. А также запущенного в эксплуатацию Красавинского моста и защитной дамбы по левому берегу р.Камы ниже него.

***Библиографический спсиок***

1. *ГОСТ 25100-95.* Грунты. Классификация. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1996. – 33 с.+ С.I-III.
2. *Костарев В.П., Димухаметов М.Ш., Шорина Г.Я.* Основные особенности гидрогеологических условий «Камской долины» // Подзем. воды Урала и методы их изучения и использования. – Свердловск: УрО АН СССР, 1989. – С.13-14.
3. *Костарев В.П., Виноградова С.А.* Особые условия «Камской долины» // Проблемы снижния природных опасностей и рисков.- Москва, 2009. – С.353-357.
4. *Костарев В.П., Шорина Г.Я.* Гранулометрический состав и суффозионная устойчивость песчаного аллювия «Камской долины» // Комплекс. оценка аллювия как основания инж. сооружений. – Пермь, 1987. – С.20-21.
5. *Рекомендации* по проектированию и расчетам защитных сооружений и устройств от подтопления промышленных площадок грунтовыми водами. – М.: ВНИИ ВОДГЕО, ПНИИИС, 1979. – 328 с.
6. *СНиП 2.01.51-80.* Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. – М.: МЧС РФ, 1990.
7. *СНиП 22-01-95.* Геофизика опасных природных воздействий. – М.: Минстрой РФ, 1996. – 8 с.
8. *СП 11-105-97.* Инженерно-геологические изыскания для строительства. Ч. I. Общие правила производства работ. – М.: ПНИИИС Госстроя России, 1997. – 47 с.

## ANTHROPOGENOUS TRANSFORMATION OF THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT «THE KAMSKY VALLEY»

S.A.Vinogradova
Verhnekamsky trust of construction researches,
Perm, street of Kuibyshev, 52 email: vinogradova_sv@mail.ru

Residential area territory the «Kamsky valley» differs a favourable economic situation, but possesses difficult natural, engineering-geological and geotechnical conditions. The technical influence (intensive peatery, an alluvium peschano-gravijnoj mixes from a river Kama channel, creation of the Votkinsk water basin and Kamsky hydroelectric power station and etc.) has considerably affected on engineering-geological conditions of territory. Building of residential buildings in such conditions without engineering protection is forbidden.

Keywords: «the Kamsky valley»; engineering-geological conditions; anthropogenous influence; transformation of the geological environment; engineering protection of territory.

УДК 556.164

# МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЧНОГО СТОКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

В.В. Влацкий
Отдел геоэкологии Оренбургского научного центра УрО РАН,
460014 а/я 59, Россия, Оренбург, e-mail: geoecol-onc@mail.ru

Дано описание теоретических основ моделирования речного стока. Поясняется математическая модель движения жидкости, правила задания граничных и начальных условий, описание технологии параллельного программирования, использованной для данной задачи.

Ключевые слова: речной сток, моделирование, параллельное программирование, движение жидкости.

Моделирование природных процессов, в том числе круговорота воды и его отдельных звеньев, далеко не исчерпало все возможности, которые дают математические методы и вычислительная техника. Математическая база моделей природных процессов, численные методы в настоящее время достигли такого уровня, когда дальнейшее развитие моделирования природных процессов сдерживается, прежде всего, производительностью применяемой вычислительной техники. Выход видится в использовании параллельного программирования и компьютеров с высоким быстродействием, которые принято называть суперкомпьютерами [2]. Суперкомпьютеры являются дорогими, элитными машинами, и их эффективное использование для решения только чрезвычайно важных и хорошо отлаженных задач, – например, прогнозы погоды, расчеты физико-химических реакций и некоторые другие. В этой связи большие надежды возлагаются на относительно недорогие кластерные системы в качестве заменителей суперкомпьютеров.

Основы теории движения жидкости заложены Ньютоном, Лапласом, Пуассоном, Навье, Стоксом, Буссинеском и другими. Однако в наиболее полном виде концепция математической модели неустановившегося движения водных масс сформировалась после работ Сен-Венана, который сформулировал практически приемлемую теорию, описывающую распространение паводочной волны в речном русле [1]. В 1871 г. было получено дифференциальное уравнение медленно изменяющегося неустановившегося движения воды в

© В.В. Влацкий, 2010

непризматическом открытом русле, получившее название динамического уравнения неустановившегося движения, или уравнения Сен-Венана. Вместе с уравнением неразрывности оно составляет систему уравнений Сен-Венана. Невозможность аналитического решения системы уравнений Сен-Венана в полном виде привела к появлению упрощенных методов анализа движения паводочных волн. Применение численных методов решения полной системы уравнений Сен-Венана стало возможным с появлением быстродействующих вычислительных машин. В специальной литературе имеются различные варианты решения уравнений Сен-Венана. Модель медленно изменяющегося неустановившегося неравномерного движения водных масс включает уравнение неразрывности и количества движения. Консервативная форма одномерного уравнения неразрывности для речных русел, имеющих боковые притоки, имеет вид

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial \omega}{\partial t} = q \qquad (1)$$

или в развернутом виде

$$\omega \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial \omega}{\partial x} + \frac{\partial \omega}{\partial t} = q \qquad (2),$$

где Q – расход воды ($м^3/с$),

ω – площадь живого сечения ($м^2$),

V – средняя скорость течения (м/с),

q – боковой приток на единицу длины ($м^2/с$),

x – пространственная координата (м),

t – временная координата (с).

Развернутая форма одномерного уравнения движения для речных русел, имеющих боковые притоки, имеет вид

$$\frac{\partial V}{\partial t} + V \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{g}{\omega} \cdot \frac{\partial (\overline{H}\omega)}{\partial x} + \frac{V \cdot q}{\omega} = g(I - I_T) \qquad (3),$$

где g – ускорение силы тяжести ($м/с^2$),

I – уклон дна реки (м/м),

$I_T$ – гидравлический градиент или уклон трения (м/м),

H – расстояние от водной поверхности до центра тяжести водного сечения.

Уравнение (3) справедливо при следующих допущениях:

1. поток прямолинеен и скорости одинаковы по всему живому сечению;
2. давление по живому сечению потока подчиняется гидростатическому закону;
3. уклон дна реки относительно мал;
4. скорость течения воды в русле определяется формулой Шези-Манинга, т.е. существует однозначная зависимость расхода воды от уровня;
5. боковой приток поступает в русло нормально к направлению последнего;
6. величина бокового притока q отражает пространственный и временной ход бокового притока, для участков без притоков составляющая q = 0.

Для расчета по уравнениям (2) и (3), описывающих неустановившееся неравномерное движение водных масс, необходимо задать начальные и граничные условия на участке реки. Термин "начальные условия" означает состояние потока, его скорость или расход во всех точках русла в момент времени t = 0. Граничные условия определяют высоту слоя воды, ее скорость или расход в верхнем и нижнем створах участка реки в любой момент времени t > 0.

В качестве начального условия заданы параметры равномерного установившегося потока. Для равномерного движения расход воды в открытом русле определен по формуле Шези-Манинга:

$$Q = \omega \frac{k}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{0.5} \qquad (4),$$

где n – параметр шероховатости по Манингу;

R – гидравлический радиус;

I – уклон дна русла;

k – коэффициент пропорциональности.

Для реальных речных русел в условиях неравномерного движения площадь поперечного сечения меняется вдоль реки (координаты x). Неустановившееся движение влечет ее изменение и со временем, т.е. ω = ω(x, t). Однако далеко не всегда имеются репрезентативные данные по детальной морфометрии речных русел, поэтому в работе применен другой подход, использованный в свое время Г.П. Калининым. Можно применять уравнения (2), (3) для участков с неизменными по длине гидравлическими характеристиками. Такие участки Г.П. Калинин называл

"характерными". Для каждого характерного участка решается система уравнений Сен-Венана. При этом для первого участка входной гидрограф рассчитывается или читается из файла как исходные данные, затем рассчитывается трансформация стока на этом участке и выходной гидрограф, который, в свою очередь, служит входным гидрографом для второго участка, и т.д. Подобный подход позволяет избежать многих математических и вычислительных проблем, существенно упростить алгоритм и, следовательно, повысить скорость счета задачи.

Рассмотрим подробнее метод логических переменных, который был использован в данной работе. Когда какой-либо поток получает на вход данные, необходимые для его расчетной деятельности, становится крайне нежелательным, чтобы какой-нибудь другой поток вновь вызвал его прежде, чем данный поток закончит все вычислительные операции. Для этой цели заводится логическая переменная, которая в нужный момент «закрывает» доступ к работающему потоку. Если таких потоков несколько (а в нашей задаче число работающих потоков равно числу процессоров), то необходимо завести массив из логических переменных, работающих как шлюзы ко всем работающим потокам. Далее остается лишь в каждой части кода, где встречается вызов любого из потоков, осуществлять проверку его занятости, используя соответствующую логическую переменную.

В результате была сформулирована следующая задача, подлежащая решению и распараллеливанию. Пусть имеется участок реки без притоков (q=0), который разбит на N характерных участков. По каждому из участков известны значения их глубин в начальный момент времени, их длин по оси x, а также скорость течения на каждом из них. Все эти данные должны считываться из файла, либо задаваться в окне программы, как и некоторые другие параметры (угол склона дна реки, уклон силы трения). Также из файла считываются данные о времени (полное время T и величина дискретного участка времени dt), ширине реки, начальные условия для всех участков, а также граничные условия для первого участка на момент начала каждого момента времени t. Программа должна дать ответ на вопрос, какова скорость течения на каждом участке реки в каждый момент времени. Либо, какова скорость в определенный момент времени на определенном участке реки. Ниже в материале на равных правах будут соседствовать понятия скорости течения V и расхода воды Q.

Фактически, зная один из них, мы легко получаем другой из простой формулы

$$Q = V \cdot \omega \quad (5),$$

где ω – площадь сечения реки на данном участке.

В настоящей постановке задача заключалась в расчете движения водных масс вдоль по руслу. Как отмечалось выше, русло разбивалось на N характерных участков, в пределах которых гидравлические характеристики неизменны, следовательно, алгоритм трансформации следует повторять одновременно (параллельно) для всех участков. Это главный принцип параллельности решаемой задачи. Следует отметить, что в реальных речных руслах одновременное перемещение объемов воды происходит не только на участках, но и во всех точках между верхним и нижним створами. Приближение к соблюдению одновременности развития процесса в пространстве применяется в моделях со сложными граничными условиями. В этом случае за каждый расчетный временной интервал алгоритм выполняет расчет по уравнениям сохранения массы и количества движения во всех точках русла. В нашем случае в этом нет необходимости ввиду простоты граничных условий. Задача предусматривает полную трансформацию паводочной волны вначале на первом, затем на втором и последующих участках. Это наиболее эффективный в смысле скорости выполнения алгоритм. В параллельной задаче расчет трансформации волны ведется одновременно для N участков, число которых равно числу процессоров. Нулевой процесс, инициированный на 1-м процессоре, связан с трансформацией за интервал dt на нулевом участке входного расхода $Q_{IN0}$ в выходной расход $Q_{OUT0}$, который затем с помощью неблокирующей передачи пересылается 1 процессу, инициированному соответственно на 2-м процессоре, и присваивается переменной $Q_{IN1}$ кfк входной расход для первого участка. Процесс 1 трансформирует $Q_{IN1}$ в $Q_{OUT1}$ – и так далее до $Q_{OUTN}$. Расчет ведется для всех dt из временного интервала T, необходимого для полной трансформации входного расхода в реке.

Каждый поток, как только он рассчитал выходное значение расхода или скорости воды (равносильность этих величин пояснялась выше), он готов принять новое входное значение расхода от предыдущего потока, которое будет соответствовать следующему моменту времени. При таком распределении расчетных работ между потоками каждый из них работает как конвейер. Очередной поток выводит информацию о выходном значении, которое он рассчитал.

Поток, которому достался последний характерный участок реки, рассчитанное значение никому не передает.

Необходимо решить уравнение (3) относительно функции V. Представим всю совокупность характеристических участков реки в виде пространственно-временной сетки. Поскольку известны начальные и левые граничные значения, данная задача полностью подходит для ее аппроксимации левым уголком. Точкой аппроксимации становится $V_m^n$, а все уравнение принимает вид

$$\frac{V_m^n - V_m^{n-1}}{dt} + V_m^n \frac{V_m^n - V_{m-1}^n}{dx} + g\frac{h_m - h_{m-1}}{dx} + \frac{V_m^n \cdot q}{\omega} = g(I - I_t) \quad (6)$$

После Получается квадратное уравнение относительно неизвестной $V_m^n$

$$A \cdot V_m^{n\,2} + B \cdot V_m^n + C = 0 \quad (7),$$

где

$$A = dt \quad (8),$$

$$B = dx - V_{m-1}^n \cdot dt + \frac{q \cdot dxdt}{b \cdot h_m} \quad (9),$$

$$C = g((h_m - h_{m-1})dt - (I - I_t)dxdt) - V_m^{n-1}dx \quad (10),$$

где b – ширина речного русла. В нашем случае для упрощения мы считаем ширину одинаковой на всем протяжении реки.

Решая его, получим два теоретически возможных решения, из которых, естественно, берем лишь одно, где дискриминант положителен, поскольку неотрицательность этого решения более вероятна. Именно этот результат мы запоминаем, выводим и передаем на вход следующему потоку. Движение водных масс в русле представляет собой яркий пример параллельного процесса, в результате которого объемы воды перемещаются одновременно в различных частях речной системы, подчиняясь одним и тем же законам сохранения массы и количества движения. С учетом реальных размеров речных систем становится очевидным эффективность применения параллельных программ для имитации движения воды в руслах.

***Библиографический список***

1. *Линслей Р. К.* Модели «осадки – сток» // Системный подход к управлению водными ресурсами / Под ред. А. Бисваса. М.:

Наука, 1985. С. 25-59.

2. *Немнюгин С.А., Стесик О.Л.* Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем. СПб.: БХВ-Петербург, 2002.

MODELING OF A RIVER DRAIN WITH USE OF PARALLEL PROGRAMMING

V.V. Vlatsky

Department of geoecology of the Orenburg centre of science of UrO of the Russian Academy of Sciences, Russia, Orenburg, geoecol-onc@mail.ru.

The description of theoretical bases of modeling of a river drain is given. The mathematical model of movement of a liquid, a rule of the task boundary and entry conditions, the description of technology of the parallel programming used for the given problem is explained.

Keywords: a stream flow, the modeling, parallel programming, liquid movement.

УДК 551.89

# БЕРЕГ ПРИЛЕДНИКОВОГО ОЗЕРА В АКАДЕМГОРОДКЕ Г. НОВОСИБИРСКА (краткое сообщение)

И.А. Волков

Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН,
630090, г. Новосибирск, пр. Академика В.А. Коптюга, 3

Охарактеризованы геологические образования приледникового древнего озёрного (Мансийского) бассейна в пределах Академгородка г. Новосибирска.

Ключевые слова: Обь; долина; залив; дюны; дегляциация; оледенение.

Территория Академгородка является частью правого склона долины Оби, осложнённого двумя мелкими притоками: Зырянкой на юге и Нижней Ельцовкой. Устьем Зырянки является заболоченная часть первой террасы Берди. Оно известно как «Худая Забока» (ныне – это пляж, созданный при строительстве ГЭС). Нижняя Ельцовка впадает в Обь среди правобережной поймы Оби ниже плотины ГЭС.

Во время последнего оледенения и стаивания южнее ледниковой зоны в Западной Сибири располагалось приледниковое озеро (Мансийское). Его максимальный уровень был близок к 127-130 м. В долине Оби существовал озёрный залив. Он покрывал дно и

© И.А. Волков, 2010

склоны долины Оби и её притоков до тех же высотных отметок. Это ясно видно, например, по строению разреза левого берега Оби ниже плотины ГЭС в районе пос. Огурцово. Здесь толща озёрных песчано-гравийных осадков с галькой косо-прислонена к субаэральной краснодубровской свите, которая слагает левобережный увал Восточной Кулунды. В озёрной толще, которая ограничена древней озёрной береговой линией на отметках около 130 м, встречаются «имратовские камни» характерные конкреции приледниковых водоёмов. Ведь на Алтае были ледники.

Именно этим особенностям геологического строения левого берега Оби отвечает характер осадков и её правого берега, в частности – Академгородка. В его пределах ясно прослеживаются отложения, залегающие непосредственно ниже современной почвы. Состав их гипсометрически выше абсолютной отметки 130 м и ниже резко различен.

Пологонаклонное к Оби междуречье долин Зырянки и Нижней Ельцовки относительно возвышено и здесь расположена Верхняя зона Академгородка. Морской проспект проходит близ северной границы указанного междуречья. Эта граница представляет собой самую верхнюю часть (бровку) пологого левого склона долины речки Нижней Ельцовки. По нему проходят улицы Жемчужная, Ильича, Правды, Терешковой, Детский проспект и проспект Лаврентьева. В целом граница междуречья и склона Нижней Ельцовки протягивается от перекрёстка ул. Жемчужной и Морского проспекта вплоть до района института Гидродинамики. Почти точно с верхней частью уступа совпадает граница резкого изменения рельефа и геологического строения.

В пределах Верхней зоны Академгородка сверху, непосредственно под почвой залегает покров лёгких лёссовидных суглинков, который распространён непрерывно почти во всём Салаире. Поверхность этого покрова и развитая на нём почва лишены каких-либо существенных неровностей. По мере удаления от склона реки Оби поверхность междуречья постепенно поднимается. Этот подъём поверхности продолжается и далее от городка в направлении пос. Ключи.

Совершенно иной характер рельефа и залегающих сверху осадков имеет область пологого левого склона долины Нижней Ельцовки. Здесь преобладают пески, слагающие мелкобугристый, отчасти грядовый рельеф, образовавшийся в результате деятельности

ветра. Этот сложный, прихотливо расчленённый рельеф известен жителям как «лисьи горки». Такой характер поверхности сохраняется на всём правом склоне долины Оби, а также и на её дне.

Дно долины Оби и её склоны представляли до строительства ГЭС «ленточный бор» – древний дюнный рельеф, протягивавшийся от Кудряшовского бора вверх по долине вплоть до г. Камня-на-Оби и несколько южнее (Чемско-Кудряшовский ленточный бор). Верхний гипсометрический предел такой поверхности и озёрных осадков в целом (всюду) распространён до уровня около 130 м. Он совпадает с верхней границей озёрной толщи известного разреза левого берега Оби - Огурцово. Пески в Академгородке появляются непосредственно ниже перекрёстка ул. Жемчужной на нижнем участке Морского проспекта, спускающемся к Бердскому шоссе, железной дороге и пляжу. Он характерен также для района Шлюза и всей местности ниже плотины ГЭС.

Основанием песков, переработанных ветром, являются озёрные осадки также преобладающего песчаного состава. Они распространены всюду и прослеживаются, например, в районе Нижней зоны Академгородка и, в особенности, в пределах пос. Нижняя Ельцовка. Эти пески образовались во время подтопления долины Оби водами приледникового озера (Мансийского) и постепенного его усыхания во время дегляциации (стаивания) последнего континентального оледенения Западной Сибири. Тогда в районе Новосибирска и выше по долине Оби простирался мелководный залив этого озера.

Обрисованный этап подтопления долины Оби приледниковым озером был весьма кратковременным, он продолжался всего несколько тысяч лет. Не только это время подтопления долины озёрными водами, но и весь ледниковый период, длившийся в совокупности несколько миллионов лет, также был лишь кратковременным этапом развития долины этой величайшей в Азии реки. Большая часть истории этой реки протекала еще до ледникового периода. Это был единый процесс развития горного сооружения Алтая и долины Оби. Он продолжался на протяжении десятков миллионов лет кайнозойской геологической эры. С этой горной страны поступал с водой мелкозём, который переносился рекой на территорию одной из крупнейших равнин мира – Западную Сибирь.

LAKE COAST PRILEDNIKOVOGO IN ACADEMGORODOK OF NOVOSIBIRSK (the short message)

I.A. Volkov
Institute of oil-and-gas geology and geophysics of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk.

Geological formations near glacial ancient lake (Mansijsky) pool within Academgorodok of Novosibirsk are characterized.

Key words: Ob; valley; gulf, dunes; deglaciation; congelation.

УДК 630*182

# СВЯЗЬ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И СТРУКТУРЫ КСИЛОТРОФНЫХ МАКРОМИЦЕТОВ С ПАРАМЕТРАМИ ДЕГРАДАЦИИ ФИТОЦЕНОЗОВ

Н.Н Гаврицкова., Т.Х Гордеева
Марийский государственный технический университет
Россия, Республика Марий Эл 424000 г. Йошкар-Ола,
пл. Ленина, 3; e-mail: vault13333@rambler.ru

На основе исследований грибных дереворазрушающих комплексов рекреационных лесов изучено видовое разнообразие и структура ксилотрофныой микобиоты в насаждениях с различной степенью деградации, выявлена индикаторная роль грибного комплекса дендротрофной группы для оценки состояния фитоценозов.

Ключевые слова: ксилотрофные макромицеты; экологические группы грибов; деградация лесной среды.

Состояние лесных биогеоценозов определяется по составу и структуре всех его компонентов, их соответствию условиям местопроизрастания и возрастным этапам развития насаждений, по нарушенности лесной среды в целом. Несомненно, в любом биогеоценозе важны и функциональны все группы организмов но все же особое место занимает гетеротрофная и филогенетически разнообразная группа – грибы, которые ежегодно утилизируют и разрушают основную часть отмирающей органики растительного и даже животного происхождения, возвращая ее в биологический цикл круговорота веществ [1].

Определенное значение в процессах разложения и минерализации отмирающей древесной массы имеют

© Н.Н Гаврицкова., Т.Х Гордеева, 2010

дереворазрушающие грибы, которые способствуют отпаду деревьев и осуществляют деструкцию отмершей древесины.

Ксилотрофные макромицеты представляют собой один из важнейших индикаторов состояния лесных экосистем и выделения, наиболее устойчивых из них. Основанием для применения подобной методики является способность сообществ ксилотрофных грибов адекватно реагировать на изменение лесных экосистем.

Изучались грибные дереворазрушающие комплексы биотрофов на живых деревьях и ксилотрофов, разлагающих древесный отпад, в насаждениях различной степени деградации лесопарка «Дубовая роща» города Йошкар-Олы.

Всего было заложено тринадцать пробных площадей размерами 50 х 50 м (0,25 га), расположенных в фитоценозах с различной степенью нарушенности. Исходя из полученных данных состояния подлеска, подроста, древостоя, вытоптанной части почвенного покрова (стадия дигрессии) на пробных площадях была определена стадия деградации лесной среды.

В представленной таблице №1 видно, что для исследований были выбраны различные структуры фитоценозов с разной степенью нарушенности лесной среды.

В структурах изученных фитоценозов лесопарка «Дубовая роща» грибная биота имеет вполне определенное, эволюционно закономерно обусловленное разделение видового состава грибов, принадлежащих к различным группам по таксономическому положению и способу питания на различных частях растений и древесном субстрате.

В результате учетов грибов макромицетов ксилотрофной группы на пробных площадях было выявлено 43 вида, произрастающих на живых деревьях и детрите в различной степени разложения.

Наибольшее количество видов ксилотрофных макромицетов было обнаружено на 7 и 8 пробных площадях, в старовозрастных дубовых насаждениях (145 лет) с достаточным количеством древесного субстрата для развития группы сапротрофных грибов, которые явно доминируют по сравнению с факультативными паразитами и факультативными сапротрофами.

Таблица 1

**Лесоводственно-таксационная характеристика пробных площадей**

| *№, п/п* | *Состав* | *Стадия деградации* | *Возраст (по главной породе)* | *Полнота* | *Средний диаметр* | *Средняя высота* | *Тип леса* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 10 Т | V | 55 | 0,4 | 28 | 28 | Т разнотр |
| 2 | 10Т | II | 55 | 0,6 | 28 | 27 | Т разнотр |
| 3 | 7Ос2Лп1Д | III | 50 | 0,8 | 28 | 28 | Ос лп. |
| 4 | 7Ос2Лп1Д | II | 45 | 0,9 | 20 | 22 | Ос лп. |
| 5 | 10 Лц | IV | 47 | 0,9 | 20 | 23 | С кисл. |
| 6 | 10 Лц | III | 45 | 0,9 | 24 | 29 | С кисл |
| 7 | 5Д3Лп1П1Ос | II | 145 | 0,7 | 56 | 23 | Д кл. п. |
| 8 | 5Д3Лп1П1Ос | III | 145 | 0,6 | 56 | 24 | Д кл. п. |
| 9 | 6Лп 2Ос1Д1В1П | II | 145 | 0,7 | 48 | 25 | Д кл. п. |
| 10 | 8Лп2Ос ед Д | III | 50 | 0,8 | 18 | 19 | Лп разнотр.. |
| 11 | 5Ос3Д2П | II | 50 | 0,7 | 20 | 23 | Ос яс. |
| 12 | 5Д2П2Лп1Ос | II | 135 | 0,6 | 46 | 23 | Д кл.п. |
| 13 | 5Лп2Д2П1Ос | II | 60 | 0,7 | 20 | 21 | Лп разнотр. |

Наиболее бедное видовое разнообразие было отмечено в фитоценозах 4, 5 и 13 пробных площадей, в насаждениях с различной структурой, породным составом и степенью деградации лесной среды.

В числе выявленных в лесопарке макромицетов обязательных патогенов не присутствовало. В списке грибов, обладающих факультативными свойствами с высокой степенью паразитической активности были такие виды как ложный осиновый, ложный дубовый, серно-желтый трутовики, трутовик Швейнитца, чешуйчатка золотистая, относящиеся к группе факультативных сапротрофов. Эти грибы поселяются на живых деревьях осины, дуба, лиственницы и других пород, вызывая гнили древесины, нередко доводят деревья до гибели.

Распределение дереворазрушающих грибов по экологическим группам представлено в таблице № 2.

Среди грибов факультативных паразитов, способных долгое время функционировать на отмерших деревьях или их фрагментах, были отмечены такие как настоящий, окаймленный, плоский трутовики, стереум шерстистый.

Таблица 2.

**Распределение ксилотрофных макромицетов по экологическим группам**

| *№ пр.пл.* | *Состав* | *Стадия деградации* | *Количество видов, шт.* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | *всего* | *сапротрофы* | *факультативные паразиты* | *факультативные сапротрофы* |
| 1 | 10Т | V | 9 | 5 | 1 | 3 |
| 2 | 10Т | II | 8 | 5 | 2 | 1 |
| 3 | 7Ос2Лп1Д | III | 8 | 5 | 2 | 1 |
| 4 | 7Ос2Лп1Д | II | 6 | 3 | 1 | 2 |
| 5 | 10Лц | IV | 6 | 4 | 1 | 1 |
| 6 | 10Лц | III | 9 | 6 | 3 | - |
| 7 | 5Д3Лп1П1Ос | II | 12 | 7 | 1 | 3 |
| 8 | 5Д3Лп1П1Ос | III | 11 | 6 | 3 | 2 |
| 9 | 6Лп2Ос1Д1В1П | II | 7 | 5 | 2 | - |
| 10 | 8Лп2Осед.Д | III | 10 | 6 | 2 | 2 |
| 11 | 5Ос3Д2П | II | 7 | 4 | 1 | 2 |
| 12 | 5Д2П2Лп1Ос | II | 10 | 5 | 3 | 2 |
| 13 | 5Лп2Д2П1Ос | II | 6 | 5 | - | 1 |

Подавляющее большинство видов ксилотрофных макромицетов (79,5%), встреченных в фитоценозах пробных площадей, относились к группе грибов сапротрофов, комплекс которых изначально предназначен для переработки отмерших растений фитоценоза или их частей на живых деревьях, древесного отпада и опада.

При распределении грибов на различных субстратах отмечается широкая экологическая пластичность некоторых видов, встречающихся на живых деревьях и детрите различной стадии разложения. Такие древоразрушающие грибы, как настоящий, окаймленный трутовики, березовая губка - лабильны в выборе субстрата и могут развиваться на живых деревьях, сухостое, пнях, валеже. В обследованных фитоценозах в лесопарке «Дубовая роща» к таким видам также могут быть отнесены стереум шерстистый, гименохета ржавая, которые были обнаружены на пнях и валеже 1, 2 и 3 стадий разложения. Из факультативных патогенов на валеже сильной степени разложения (4 стадия) встречались карпофоры настоящего и окаймленного трутовиков, которые сами уже являлись субстратом для сапротрофных грибов. На валежной древесине в 4-5 стадиях разложения в основном отмечались виды, относящиеся не столько к ксилотрофным сапротрофам (аурикулярия кишечная, панус уховидный, скутеллиния щитовидная, панелюс нежный), сколько к подстилочным сапротрофам (виды рода мицена).

Среди всех выявленных дереворазрушающих грибов наибольшую частоту встречаемости имели стереум шерстистый, панелюс нежный, настоящий трутовик, гименохета ржавая.

Единично были встречены опенок сырный, чесночник большой, тубифера ржавая, калоцера роговидная, гумария полушаровидная и др.

По значениям показателя обилия ксилотрофных макромицетов по экологическим группам в фитоценозах пробных площадей отмечается явное доминирование количества макромицетов сапротрофной группы.

Наиболее мощный сапротрофный комплекс по отношению к другим экологическим группам ксилотрофной микобиоты отмечается в малонарушенных фитоценозах 13 и 7 пробных площадей (обилие соответственно 94,3 % и 92,1 %). Это подтверждает связь грибов из группы «защитного комплекса» с состоянием древостоев.

Каждому этапу или фазе формирования естественно развивающегося лесного сообщества определенного формационного состава в определенных экологических и зонально-климатических условиях, при определенных структурных и лесоводственных характеристиках соответствует определенный состав и структура грибов [3]. В наибольшей степени это относится к грибам факультативной группы. Эти грибы осуществляют поражение деревьев, вызывая гнили стволов, ветвей и корней, приводят к ослаблению их механических свойств, буреломам, ветровалам или постепенному усыханию на корню. Постоянно в фитоценозах Дубовой рощи происходит выборка, изъятие определенного количества деревьев из состава древостоя и перевод их в категорию древесного отпада.

Данные исследований свидетельствуют о том, что видовое богатство ксилотрофной микобиоты не является индикатором нарушенности фитоценозов. В общем количестве обнаруженных видов макромицетов на пробных площадях (в том числе и парных) почти нет различия. Также не выявлено какой-либо закономерности в видовом богатстве экологических групп по отношению к стадии деградации лесной среды.

При антропогенных трансформациях лесных биогеоценозов из состава грибных сообществ элиминируют (исчезают), прежде всего, виды заключительных стадий гетеротрофных сукцессий, которые по своим эколого-биологическим чертам могут быть охарактеризованы как эдификаторные, базальные виды. Данную группу грибов можно

использовать в качестве индикаторных для выделения участков ненарушенных лесов: чем полнее они представлены в составе грибных сообществ, тем ниже их уровень антропогенной трансформации [2].

В наших исследованиях были выявлены виды ксилотрофной микобиоты (опенок жилисто-пластинчатый, мицена чистая, настоящий трутовик, стереум шерстистый), которые относятся к синантропным видам грибов, поселяющимся в основном, на нарушенных биотопах (обилие до 40%), которые могут являться индикаторами при антропогенных трансформациях лесных биогеоценозов. Гименохета ржавая имела большее обилие (57%) и встречаемость в менее нарушенных древостоях и также может служить индикатором состояния фитоценозов.

Проведённые исследования свидетельствуют о том, что грибная микобиота играет важную роль в процессах функционирования биоценозов и представляют собой один из важнейших индикаторов адаптации растительного мира к условиям среды, изменённым или созданным в результате деятельности человека.

### *Библиографический список*

1. *Бондарцева, М.А.* Эколого-биологические закономерности функционирования ксилотрофных базидиомицетов в лесных экосистемах // Грибные сообщества лесных экосистем / М.А. Бондарцева. – Москва – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2000. – С. 9–26.

2. *Мухин, В.А* Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно – Сибирской равнины / В.А.Мухин. – Екатеринбург: Наука, 1993. – 231с.

3. *Стороженко, В.Г.* Устойчивые лесные сообщества / В.Г. Стороженко. – М. – Изд-во «Гриф и К°»., 2007. – 190 с.

CONTACT BIODIVERSITY AND STRUCTURE OF XYLOTROPHIC MACROMYCETE WITH PARAMETERS OF DEGRADATION PHYTOCENOSIS

Gavritskova N.N, Gordeeva T.Kh.
Mari State Technical University
3 Lenin sq., Yoshkar-Ola, Republic of Mari El, 424000, Russia

Based on the studies of fungal wood-attacking complexes of recreational forests, species diversity and the structure of xylotrophic mycobiota in plantations with varying degrees of degradation were studied; indicator role of fungal complex of dendrotrophic group was identified to assess phytocoenosis.

Key words: xylotrophic macromycete; environmental groups of fungi; the degradation of forest environment.

УДК 504.056

# ТРАНСФОРМАЦИЯ КОМПОНЕНТОВ ТЕХНОГЕННОЙ ЭКОСИСТЕМЫ (ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ) В СВЯЗИ С УМЕНЬШЕНИЕМ АЭРАЛЬНОГО ПОТОКА ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Н.К. Гагарская (Игнатова), Е.Н. Чернова
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН,
690041, г. Владивосток, ул. Радио 7, Россия, ignatova@tig.dvo.ru

В статье рассматривается трансформация компонентов техногенной экосистемы (уменьшение концентрации тяжелых металлов в листьях древесных растений и улучшение состояния здоровья мелких млекопитающих) в связи с уменьшением аэрального потока поллютантов. Уменьшение поступления тяжелых металлов (Pb, Cd) происходит с 1996 года, а с 2004г. аэральный поток ТМ прекратился вовсе. Это явление позитивно отразилось на жизни техногенной экосистемы. Однако в почве депонированы ТМ, которые продолжают поступать в растения с водой.

Ключевые слова: экосистема, загрязнение, тяжелые металлы, растения, мелкие млекопитающие.

Целью настоящей работы было выявление трансформации компонентов техногенной экосистемы (древесной растительности и мелких млекопитающих) в связи со снижением аэрального поступления тяжелых металлов и соединений серы в атмосферу в зоне

© Н.К. Гагарская (Игнатова), Е.Н. Чернова, 2010

ядра ореола рассеяния плавильного завода по пирометаллургической переработке полиметаллических руд.

За основу исследований были взяты ключевые участки в падях Малая Корейская (I, II) и Васьковского (III), где в 1982 - 1993 г.г. отлавливались мышевидные грызуны для изучения их морфофизиологических особенностей под воздействием техногенного пресса [1-4]. Растительный покров на участке I (с-в экспозиция) формировался в олиготрофных условиях техногенной экосистемы на крутом склоне и представлен низкорослым дубняком с рододендроном и чубушником в подлеске, почвы – сильнокаменистые маломощные буроземы [1]. Растительный покров на участке II (ю-в экспозиция) формировался на менее крутом склоне в эвтрофных условиях техногенной экосистемы, оптимальных для миграции элементов. Он представлен лещиново-дубовым лесом на сильнокаменистых горных буроземах, имеющих развитый почвенный профиль и обеспечивающих хорошую аккумуляцию листового опада и формирование слоя подстилки [1]. С целью изучения изменений микроэлементного состава древесной растительности в июле 2007 г. на тех же ключевых участках, где ранее отлавливались грызуны, были отобраны листья доминирующих видов деревьев: дуба монгольского (*Qercus mongolica*) берез (*Betula dahurica, B. mandzhurica*), а также лещин (*Corylus manchzurica, C. heterophylla*). Каждая проба состояла из листьев от 30-50 деревьев, собранных на уровне 1,5 м от поверхности почвы, такого же количества кустов лещины, собранных на уровне 0,5-1 м от поверхности почвы. Подготовка проб, анализ зольности листьев и концентрации ТМ в растениях осуществлялся по тем же методикам, что и в 80-х годах XX столетия [1].

Зольность листовых пластин дуба в 2007 г., по сравнению с 1986 г. уменьшилась значительно – на 32 %. Снижение зольности произошло, вероятно, в связи с уменьшением степени общей абсорбции и закрепления на листовой пластине пылевого материала и вследствие снижения уровня деформации и утолщения листовой пластины в техногенной экосистеме [1]. Сравнительный анализ современного макроэлементного состава листьев дуба и березы и литературных данных [1,2] показал, что содержание Ca и K сохранилось на прежнем уровне. Величина зольности и концентрации макроэлементов в листьях растений при аэральном техногенном загрязнении на всех участках практически не отличаются (табл. 1). Это свидетельствует о функциональной необходимости данного

количества элементов для растений и стабильности условий их накопления из почвенных растворов.

Таблица 1.

**Макроэлементный состав листьев основных видов древесной растительности в пади Малая Корейская**

| Вид | Участок | Зольность % | | % от сухой массы | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2007 | 1986* | Ca | | K | | Mg | Na |
| | | | | 2007 | 1986* | 2007 | 1986* | | |
| Дуб монгольский | 1 | 4,35 | 6,43 | 1,0 | 0,5-1,0 | 1,23 | 1,25 | 0,22 | 0,01 |
| | 2 | 4,36 | | 0,63 | | 0,65 | | 0,15 | 0,01 |
| | 3 | 4,23 | 6,17 | 0,99 | 1,0 | 1,05 | 0,75 | 0,32 | 0,02 |
| Береза | 1 | 5,36 | - | 1,86 | - | 2,83 | - | 0,76 | 0,04 |
| | 3 | 5,73 | - | 1,36 | - | 0,98 | - | 0,44 | 0,03 |
| Лещина | 1 | 5,4 | - | 1,12 | - | 0,70 | - | 0,24 | 0,01 |
| | 2 | 6,0 | - | 1,41 | - | 0,67 | - | 0,30 | 0,01 |
| | 3 | 6,08 | - | 1,34 | - | 0,69 | - | 0,38 | 0,02 |

Примечание* [2].

Почвообразующие породы техногенной экосистемы в районе исследования характеризуются кларковыми содержаниями элементов, включая халькофильные (Говоров, 1977 – цит. по: [1]). В результате аэрального поступления металлосодержащей пыли и аккумуляции аэрозольного материала в почвах, как эвтрофных, так и олиготрофных, формируется техногенная геохимическая микроэлементная аномалия с максимумом накопления в верхней части профиля и высокими градиентами изменения концентраций халькофильных элементов по глубине. Толща почвы глубже 50 см характеризуется фоновыми концентрациями металлов.

За наблюдаемый период в техногенных условиях концентрации всего ряда изученных элементов в листьях дуба уменьшились: в 18 раз Pb, основного элемента аэрозольного загрязнения, и в 6 раз в листьях березы (табл. 2). В пади Васьковского концентрация этого металла в листьях как дуба, так и березы, также значительно уменьшилась - более чем в 5 раз. Здесь концентрация ряда элементов (Cd, Cu, Fe) в листьях дуба и березы за прошедшие 20 лет понизилась в меньшей степени, причем для дуба снижение концентраций во времени более существенно, чем для березы с ее безбарьерным типом поглощения элементов [1]. В то же время, динамика содержания цинка и марганца в листьях дуба и березы во времени было противоречивым. Для дуба

наблюдалось снижение концентрации биофильного, участвующего в процессах фотосинтеза Mn в листьях в 3-8 раз, на всех участках; для березы – увеличение его концентрации в 2 раза на I и II участках и некоторое снижение на III участке. Концентрация цинка в листьях дуба со временем практически не изменилась – в Корейской пади снизилась в 1.5 раза, в Васьковского – незначительно возросла (на четверть); в то же время в листьях березы произошло 2-кратное увеличение во времени концентрации Zn в обеих падях.

Таблица 2.

**Микроэлементный состав листьев основных видов древесной растительности в пади Малая Корейская**

| Вид | Участок | Концентрация, мкг/г сух. массы | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pb | Zn | Cu | Cd | Ni | Fe | Mn |
| Дуб монгольский | 1 | 8,96<br>161 | 40<br>65 | 4,7<br>7,5 | 0,24<br>1,41 | 0,51 | 52,7<br>72 | 121,0<br>384 |
| | 2 | 8,87 | 18 | 2,8 | 0,06 | 0,52 | 12,9 | 32,0 |
| | 3 | 1,31<br>7 | 16<br>12 | 4,2<br>3,6 | 0<br>0,23 | 0,38 | 18,9<br>34 | 51,5<br>408 |
| Береза | 1 | 34,1<br>208 | 1514<br>600 | 5,6<br>7 | 5,2<br>6,3 | 1,2 | 63,8<br>79 | 892<br>399 |
| | 3 | 3,0<br>16,8 | 269<br>116 | 4,3<br>5 | 0,8<br>1 | 0,17 | 25,6<br>51 | 180<br>314 |
| Лещина | 1 | 18,1 | 38 | 4,7 | 0,29 | 0,64 | 45,4 | 213 |
| | 2 | 18,6 | 36 | 4,6 | 0,23 | 0,65 | 43,9 | 298 |
| | 3 | 2,4 | 12,4 | 4,1 | 0,03 | 0,84 | 42,8 | 579 |

Примечание – В числителе – 2007 г, в знаменателе - 80-е годы XX столетия [1].

И цинк и марганец являются биофильными элементами, участвующими в процессах ферменто- и фотосинтеза. Очевидно, в результате засушливой погоды и прошедшего дождя за 2 дня до отбора образцов, в техногенной экосистеме активизировались процессы растворения металлов и поступления их в почвенный раствор, а оттуда – в растения, особенно в листья берез, имеющих безбарьерный тип поглощения этих элементов.

Более объективными показателями состояния и функционирования древесных и кустарниковых растений, являются не сами концентрации металлов, а отношения элементов, отражающие степень пропорциональности или диспропорции в микроэлементном обеспечении процессов метаболизма [1]. Отношение Fe/Mn, как один из показателей оптимального состояния процессов фотосинтеза,

находится в интервале 0,08-0,4 для листьев дуба, не превышает 0,16 для листьев березы. Отношения Fe/Mn и Pb/Mn в листьях дуба и березы представлены в табл.3. За счет низких концентраций марганца в листьях дуба, возможно, в связи с засушливым летом и более медленным всасыванием корневой системой элемента из почвенного раствора; после прошедшего дождя соотношение Fe/Mn в листьях дуба в 2007 г. выросло и превысило оптимальное. В то же время, отношение Pb/Mn (отношение токсичного к биофильному металлу) снизилось практически до фоновых значений (0,02-0,05 – [1]) как в листьях дуба, так и березы.

Таблица 3.

**Отношение Fe/Mn и Pb/Mn листьях дуба и березы**

| Вид | Участок | Fe/Mn | Pb/Mn |
|---|---|---|---|
| | 1 | 0.44<br>0.19* | 0.07<br>0.42* |
| Дуб монгольский | 2 | 0.41 | 0,28 |
| | 3 | 0.37<br>0.08* | 0.03<br>0.02* |
| | Оптимум** | 0.08-0.4 | 0,02-0,05 |
| | 1 | 0.07<br>0.2* | 0.04<br>0.52* |
| Береза | 3 | 0.14<br>0.16* | 0.02<br>0.05* |
| | Оптимум** | До 0.16 | 0,02-0,05 |

Примечания: 1. *[1]; **[2].

2. В июле 2007 г (в числителе) и в 80-е годы XX столетия [1] (в знаменателе)

Таким образом, уменьшение аэрального поступления ТМ в техногенную экосистему вызывает трансформацию ее компонентов: древесной растительности, которая является кормовой базой и средой обитания, и мелких млекопитающих. В то же время, вторичное загрязнение растений в связи с поглощением металлов из почвы будет продолжаться еще очень долго, особенно на почвах с олиготрофными условиями почвообразования.

Изучение влияния техногенного пресса на мелких млекопитающих в пади Малой Корейской, пади Васьковского проводилось в период 1982-1993 гг. [2-4]. Апробированный путь исследования воздействия ТМ на животных заключается в изучении экологических характеристик, морфофункциональных особенностей органов и наследственного аппарата мелких млекопитающих,

свободно живущих в техногенной экосистеме. Таковыми в нашей работе являются фоновые виды мышевидных грызунов, характерные для данного региона: восточноазиатская мышь *(Apodemus peninsulae)* и полевая мышь *(Apodemus agrarius)*. В организм млекопитающих ТМ проникают через органы дыхания и пищеварительный тракт, накапливаясь в разных органах [2, 3, 4].

В падях Корейской и Васьковского, подверженных техногенному прессу в 1982-1993гг, практически у всех отловленных грызунов наблюдался силикоз и микоз легких. Под действием ТМ на морфофункциональном уровне у мышевидных грызунов было выявлено энергетическое перенапряжение организма, о чем говорили высокие индексы надпочечников – (0,45-0,56 мг/г) и низкие индексы печени – (39,7-48,2 мг/г). У самок было установлено уменьшение плодовитости (1-2 приплода по 3-4 эмбриона), увеличение частоты резорбции эмбрионов до 35-42%. Было обнаружено большое количество особей (до 50-60%) с крайне увеличенной селезенкой, опоясывающей по брюшине желудок и печень. У этих же особей в крови было обнаружено повышенное содержание лейкоцитов. У самцов было обнаружено превышение нормы частоты аномалий головок спермиев (АГС) в 3 - 8 раз, у некоторых сперматогенез отсутствовал полностью; было выявлено повышение уровня аномалий хромосом в соматических клетках грызунов, следствием чего обычно является увеличение онкологических заболеваний. Анализ АГС и генетико-биохимических данных указывали на накопление мутаций в половых клетках мышевидных грызунов, которое увеличивает процент наследственных болезней и патологии у потомства.

В 2007 г., после длительного периода уменьшения аэрального потока ТМ в пади Малая Корейская и Васьковского среди отловленных перезимовавших зверьков не обнаружено животных с энергетическим перенапряжением организма, что подтверждают индексы основных желез: индексы надпочечников варьируют от 0,08-0,14 мг/г, индексы печени – от 48,5 – 61,3 мг/г - это норма. У самок выявлено повышение плодовитости (2-3 помета по 5-6 эмбрионов). У самцов обнаружено значительное снижение АГС, сперматогенез в основном протекает нормально. Селезенка у отловленных мышевидных грызунов находится в норме: индекс - 0,05-0,06 мг/г. Однако для более точных выводов требуется дальнейший мониторинг экосистемы, подвергавшейся техногенному прессу почти весь XX век.

Таким образом, уменьшение аэрального потока ТМ от свинцово-плавильного завода привело к оздоровлению популяции мышевидных грызунов, к уменьшению концентраций микроэлементов в листьях основных видов древесной растительности. Соотношение токсичный/биофильный элемент снизилось до фонового уровня. Полученные результаты свидетельствуют о значительной способности техногенной экосистемы к самоочищению. Однако микроэлементный состав листьев древесной растительности свидетельствует о депонировании ТМ, в частности Pb и Cd, в почве и продолжающемся их дальнейшем поступлении в листья растений, являющихся кормом и средой обитания животных.

***Библиографический список***

1. *Аржанова В.С., Елпатьевский П.В.* Геохимия ландшафтов и техногенез. – М.: Наука, 1990. 196с.

2. *Игнатова Н.К.* Методы геохимического мониторинга в популяционной экологии // Второе Всесоюзное совещание «Геохимия техногенеза». Минск, 1991. С. 103-105.

3. *Игнатова Н.К.* Влияние техногенного пресса на население мышевидных грызунов в Сихотэ-Алине. Автореферат диссертации на соиск. уч. степ. кандидата биол. наук. Владивосток, 1998. 24с.

4. *Игнатова Н.К., Христофорова Н.К.* Морфофункциональные изменения в организме мелких млекопитающих в условиях техногенного пресса. Известия АН. Серия биологическая, 2003, №3, с. 350.

## THE TRANSFORMATION OF IMPACT ECOSYSTEM COMPONENTS (PLANTS AND SMALL MAMMALS) AS A RESULT OF HEAVY METALS OVERHEAD FLOW DECREASE

N.K. Gagarskaya, E.N. Chernova

Pacific geographical institute FEB RAS, Vladivostok, 690041, st. Radio 7, Russia

The article is about the transformation of impact ecosystem components (decrease of heavy metals concentration in leaves of trees and improving health of the small mammals) as a result of pollutants overhead flow decrease. Heavy metals (Pb, Cd) pollution is being decreased from 1996 y, and after 2004y it was ceased. This fact had a good impact on the ecosystem. But there were found some heavy metals in soil, and they still come to the plants with water.

Key words: ecosystem, impact, heavy metals, plants, small mammals, decrease concentration.

УДК 553.98: 502.1 (470.55/58)

# К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ РАЙОНОВ

А.Я. Гаев, В.Г. Гацков, П.В. Панкратьев, И.Н. Алферов,
Ю.М. Балабанова, А.М. Пампушка А.И. Рахимов
Институт экологических проблем гидросферы 460024 Оренбург, 24.
А/Я 3195, тел.-факс (3532) 560856 Emai: gayev@mail.ru

Предложена методика и выполнена оценка геоэкологической ситуации нефтегазовых объектов территории Урала и Приуралья. Использованы качественные и количественные методы оценки, позволяющие осуществить комплексный геоэкологический анализ территории с целью разработки мероприятий по их экологической стабилизации.

Ключевые термины: качественные и количественные методы оценки; территория Урала и Приуралья; экологическая стабилизация.

При оценке состояния окружающей среды (ОС) нами использованы балльный и количественный принципы оценочного картографирования с выстраиванием показателей по значимости экологических эффектов [1]. Смежные показатели оцениваются экспертным путем по средним баллам, а все показатели делятся на: 1) опасные для организма человека; 2) угрожающие гибели; 3) истощающие водные ресурсы; 4) деформирующие здания и сооружения; 5) нежелательно изменяющие ландшафт. Высшие баллы даны первой группе для оценки процессов загрязнения: подземных вод, почв, донных осадков и поверхностных вод, пород зоны аэрации и защищенности подземных вод от загрязнения.

Опасность для жизни людей представляют землетрясения, оползни, сели, обвалы. Истощение ресурсов подземных вод оказывает влияние на здоровье человека и на хозяйственные объекты. Процессы, угрожающие зданиям и сооружениям разделены на две группы: 1) приводящие к их разрушению за счет просадки, карста и суффозии; 2)менее интенсивные: оврагообразование, термокарст, подтопление, боковая речная эрозия, дефляция, плоскостной смыв, засоление почв. Это взято за основу при ранжировании экогеологических показателей (табл. 1-5). Для оценки текущей нагрузки на окружающую среду использованы такие показатели, как: добыча нефти, площадь

© А.Я. Гаев, В.Г. Гацков, П.В. Панкратьев, И.Н. Алферов, Ю.М. Балабанова, А.М. Пампушка А.И. Рахимов, 2010

загрязнения при авариях, обводненность месторождений, количество закачанной воды на 1 т. нефти, фонд скважин. Каждому месторождению дан средний балл. При определении накопленной и текущей нагрузки для тяжелых нефтей и радиоактивных аномалий добавлено по 0,5 балла за дополнительное негативное воздействие на ОС. По воздействию на окружающую среду месторождения делятся на 4 группы: слабое – до 1 балла, среднее – 1÷2, высокое – 2÷3 и очень высокое – ≥ 3-х баллов. На карту масштаба 1:200000 вынесены: 1) границы лицензионных участков; 2) контуры месторождений; 3) перспективные структуры; 4) инженерная инфраструктура.

Таблица 1

**Оценка уровней концентраций загрязнителей в баллах.**

| Ранжирование нормируемых концентраций загрязнителей | Компоненты ГС | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Почвы | Породы зоны аэрации | Подземные воды | | Донные осадки водоёмов |
| | | | Безнапор-ные | Субнапорные или напорные | |
| Допустимые | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Умеренно опасные | 4 | 3 | 4 | 4 | 2 |
| Опасные | 7 | 5 | 7 | 7 | 3 |
| Весьма опасные | 10 | 7 | 10 | 10 | 4 |

Таблица 2

**Защищённость подземных вод от загрязнения**

| Степень защищённости | Типы вод | |
|---|---|---|
| | безнапорные | субнапорные или напорные |
| Не защищённые | 1 | 1 |
| Условно-защищённые | 3 | 3 |
| Защищённые | 5 | 5 |
| Весьма защищённые | 7 | 7 |

Рассмотрена устойчивость первого от поверхности горизонта подземных вод и скорость проникновения загрязняющих веществ через зону аэрации. Под устойчивостью вод к загрязнению понимается их защищенность и физико-химическая способность пород локализовать загрязнение за счет эффектов геохимического барьера [1, 5, 6]. Техногенная трансформация превращает подземные воды в непригодные за счет роста концентраций загрязняющих веществ (хлоридов, сульфатов, железа, нефтепродуктов и пр.).

Таблица 3.

**Обеспеченность территории естественными ресурсами подземных вод**

| Степень обеспеченности | Оценочный балл |
|---|---|
| Обеспеченная | 1 |
| Ограниченно обеспеченная | 3 |
| Весьма слабо обеспеченная | 5 |
| Необеспеченная | 7 |

Таблица 4.

**Оценка опасности проявлений экзогенных геологических процессов**

| Степень опасности | Критерии | | | Баллы |
|---|---|---|---|---|
| | Виды процессов | Особенности проявления | Негативные последствия | |
| Практически отсутствует | Все стабилизировавшиеся процессы | Пораженность территории в основном менее 5%, активизации процессов не ожидается | Практически отсутствуют | 1 |
| Умеренная | Плоскостной смыв, линейная и русловая (речная) эрозия, подтопление, заболачивание, аккумуляция осадков | Пораженность территории в основном 5-20 %, происходит техногенная активизация процессов | Усложнение условий строительства, ухудшение несущей способности грунтов и условий использования сельскохозяйственных угодий | 3 |
| | | Пораженность территории 20-30 %, происходит техногенная активизация процессов | | 4 |
| Сильная | Карст, суффозия, просадки, абразия и др. | Высокая пораженность территории (карст, суффозия, просадки свыше 20-30%), иногда с катастрофическими последствиями | Деформация зданий и сооружений, вывод из строя сельскохозяйственных земель | 7 |
| Очень сильная | Оползни, сели, обвалы объёмом свыше 1 млн.м$^3$ | Катастрофичность и внезапность процессов, высокая скорость их проявления | Разрушение зданий и сооружений, гибель людей и сельхозугодий | 10 |

Для определения текущей нагрузки использованы показатели разработки месторождений за 2007 год, которые отражают техногенную нагрузку на окружающую среду: добыча нефти, площадь загрязнения в результате аварий, обводненность месторождения, количество закачанной воды на 1 тонну нефти, фонд добывающих и нагнетательных скважин. Оценка воздействия этих факторов в условных баллах представлена в таблицах 6, 7.

Для каждого разрабатываемого месторождения определен средний балл. Для месторождений тяжелой нефти, при определении накопленной и текущей нагрузки добавлялось 0,5 балла, поскольку они оказывают более негативное воздействие на окружающую среду. Еще 0,5 балла добавлялось для месторождений с радиоактивными аномалиями. Месторождения разделены на четыре группы по степени воздействия: слабое – 1 и менее баллов, среднее – 1-2, высокое – 2-3 и очень высокое – более 3-х баллов. Составлена карта масштаба 1:200000, на которой вынесены: 1) границы лицензионных участков; 2) контуры месторождений с учетом всех продуктивных пластов; 3) нефтеперспективные структуры; 4) продуктопроводы, насосные станции, водозаборы, ЛЭП.

Уязвимость территории к загрязнению зависит от: 1) глубины залегания УГВ, мощности и проницаемости пород кровли, темпов водообмена, направления и скорости фильтрации загрязнителей, сорбционных свойств пород; 2)условий распространения загрязняющих веществ по площади, наличия нарушенных земель, облегчающих миграцию загрязнителей; 3) сорбционных и миграционных свойств загрязнителей и особенностей их взаимодействия с окружающей средой. Фильтрационные и физико-химические свойства пород являются наиболее важными для оценки уязвимости окружающей среды. Однако для региональных оценок чаще учитывается литологический состав пород зоны аэрации. Породы по проницаемости выделяются условно. Важнейшим показателем уязвимости окружающей среды к загрязнению служат модульные параметры инфильтрационного питания грунтовых вод в л/с•км$^2$. Они помогают перейти к количественной оценки уязвимости окружающей среды к загрязнению.

Таблица 5.

**Интегральная оценка состояния геологической среды**

| Экологическое состояние | Интегральная оценка (Бср) |
|---|---|
| Благоприятное | 1-2,0 |
| Условно благоприятное | 2,1-4,4 |
| Неблагоприятное | 4,5-6,8 |
| Весьма неблагоприятное | >6,9 |

Таблица 6.

**Балльная оценка накопленной техногенной нагрузки**

| Баллы | Площадь, км$^2$ | Накопленная добыча нефти на 1 км$^2$,тыс. т / км$^2$ | Плотность пробуренных скважин, скв / км$^2$ | Количество закачанной воды на 1 т нефти, м$^3$/т | Срок разработки (лет) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1-10 | 0-100 | ‹ 1 | ‹ 2.5 | 1-10 |
| 2 | 10-30 | 100-300 | 1-3 | 2.5-3.5 | 10-20 |
| 3 | › 30 | › 300 | 3-6 | | 20-30 |
| 4 | | | › 6 | › 3.5 | › 30 |

Таблица 7.

**Балльная оценка текущей техногенной нагрузки**

| Баллы | Добыча нефти, тыс. т | Площадь загрязнения в результате аварий, м$^2$ | Обвод-ненность в % | Количество закачанной воды на 1 т нефти, м$^3$/т | Фонд добывающих и нагнетательных скважин |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0-100 | 0-50 | ‹ 20 | ‹ 2.5 | 1-30 |
| 2 | 100-240 | 100-300 | 20-50 | 2.5-3.5 | 50-90 |
| 3 | 240-1000 | 900-4000 | 50-80 | | 100-200 |
| 5 | › 4000 | › 10000 | 80 | › 3.5 | › 300 |

Термин устойчивость противоположен понятию уязвимости геологической среды (ГС). Под ней “подразумеваются природные свойства системы подземных вод, которые зависят от способности или чувствительности этой системы справляться с природными и антропогенными воздействиями" (Vrba, Zaporozec, 1994) [3, 5]. Чем меньше устойчивость среды, тем выше ее уязвимость к загрязнению. Оценка уязвимости ОС к загрязнению дает возможность обосновать мероприятия по ее защите в конкретных условиях.

В мировой практике построено немало карт по уязвимости или защищенности подземных вод и ГС к загрязнению [1-4]. Исследователи считают, что уязвимость территории к загрязнению зависит, в основном, от фильтрационных и физико-химических свойств пород, но чаще учитывают состав пород зоны аэрации с условной оценкой проницаемости. Нами установлено, что модульные параметры инфильтрационного питания грунтовых вод в л/с•км$^2$, помогают перейти к количественной оценке уязвимости среды к загрязнению. Интенсивность техногенного воздействия на ОС выражают через модуль техногенной нагрузки в т/год·км$^2$, представляющий собой отношение количества выбрасываемых ежегодно загрязняющих веществ к площади района и через индекс чувствительности подземных вод к загрязнению [3]. Для оценки предельно допустимого загрязнения ОС нами использован так называемый модуль предельно допустимой концентрации ($M_{ПДК}$) [1]. Например, норма минерализации для вод хозяйственно-питьевого назначения равна 1 г/л. Произведение этого норматива на модуль подземного стока дает величину $M_{ПДК}$. Вычитая из $M_{ПДК}$ величину модуля химического стока ($M_{ПХС}$), получаем модуль предельно допустимого загрязнения ($M_{ПДВ}$).

$$M_{ПДВ} = M_{ПДК} - M_{ПХС} \qquad (2)$$

Этот параметр характеризует естественный запас экологической устойчивости территории. В нефтегазоносных районах существует задача непрерывной прогнозной оценки остаточной естественной устойчивости ОС при разработке намечаемых мероприятий, схем природопользования и их проектной экспертизе. Устойчивость среды становится предметом анализа ретроспективных карт. Полное истощение естественной устойчивости означает экологический кризис. Нами составлена схематическая карта уязвимости к загрязнению территории Урала и Предуралья (рис. 1), и раскрыты закономерные, зональные изменения $M_{ПДВ}$ региона. [1]. Карта фиксирует зональные изменения модуля предельно допустимого загрязнения ($M_{ПДВ}$), который закономерно уменьшается с севера на юг: от 20-40 т/км$^2$ в год в таежной зоне до 5 т/км$^2$ в год и менее в сухостепных районах левобережья Урала и Волго-Уральского междуречья. В загипсованных породах приподнятых районов Предуралья отмечен азональный рост уязвимости окружающей среды к загрязнению.

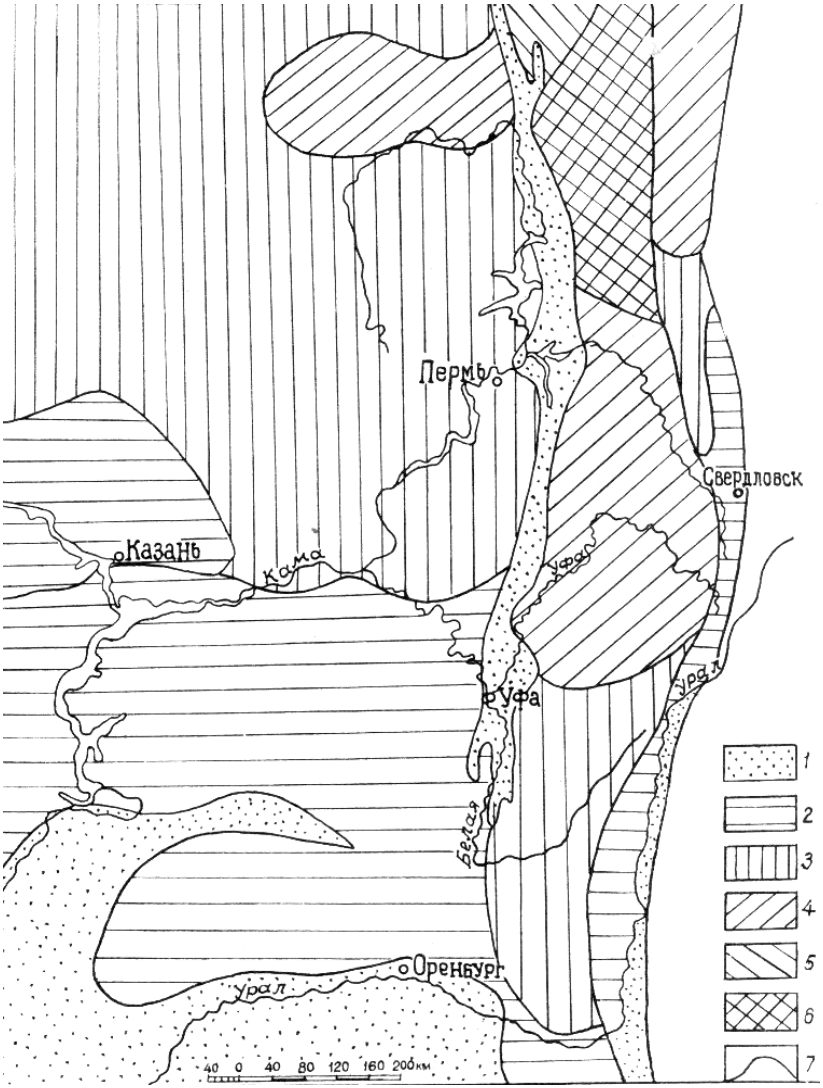



**Рис. 1. Схематическая карта уязвимости окружающей среды территории Урала и Приуралья к загрязнению (составили А.Я. Гаев, В.Г. Гацкови др.).**

Оценка уязвимости дана в $M_{пдв}$ в т/км$^2$ в год: 1 – < 5; 2 – 5-20; 3 – 20-40; 4 – 30-50; 5 – 50-100; 6 – > 100; 7 – границы районов.

Для возвышенностей характерны повышенные значения $M_{ПДВ}$ по сравнению с равнинными районами. На Северном и частично Среднем Урале $M_{ПДВ}$ возрастает до 100 т/км$^2$ в год, а на Южном - до 20-40. В целом, уязвимость окружающей среды к загрязнению растет с севера на юг и от возвышенностей к понижениям рельефа. Горно-складчатые районы Урала с трещинным типом вод [1] более уязвимы к загрязнению по сравнению с платформенными районами. Эта схематическая карта дает представление о естественной экологической устойчивости территории региона и возможность сравнивать разные варианты размещения проектируемых объектов, оценивая эффективность мероприятий по охране окружающей среды.

Она позволяет обосновать использование более устойчивых к загрязнению блоков земной коры и организацию санитарно-защитных зон. Ретроспективные построения отражают уровень экологического благополучия территории и могут служить инструментом для перспективного планирования развития производительных сил. Эти построения позволяют осуществить анализ территории с целью разработки мероприятий по стабилизации экологической ситуации.

Таким образом, выполнена оценка геоэкологической ситуации нефтегазоносных районов, предложена методика геоэкологической оценки нефтегазовых объектов, использующая качественные и количественные методы, которые позволяют осуществить комплексный геоэкологический анализ территории с целью разработки мероприятий по стабилизации экологической ситуации.

***Библиографический список:***

1.*Гаев А.Я.,* Алферов И.Н., Гацков В.Г. и др. Экологические основы водохозяйственной деятельности. / под общей ред. А.Я. Гаева; Перм. ун-т. Пермь- Оренбург, 2007. – 327 с.

2.*Гольдберг В.М.* и др. Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экологические последствия. -М.: Наука. 2001. - 124 с.

3.*Зекцер И.С.* Подземные воды как компонент окружающей среды. М.: Научный мир, 2001. -328 с.

4.*Островский В.Н.* Ландшафтно-индикационные методы оценки эколого-геологического состояния геологической среды. Геоэкологические исследования и охрана недр. Обзор. М. АОЗТ "Геоинформмарк", 1998. -29 с.

5.*Хаустов А.П.* Устойчивость подземной гидросферы и основы экологического нормирования. – М.: Изд-во «ГЕОС», 2007. – 175 с.

6.*Шварцев С.Л.,* Рыженко Б.Н., Алексеев В.А. и др. Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода–порода. Т.2. Система вода–порода в условиях зоны гипергенеза. Новосибирск: Изд. СО РАН. 2007. 389с.

## TO THE ASSESSMENT OF ECOLOGICAL CONDITION OF OIL AND GAS BEARING REGIONS

A.Ya. Gaev, V.G. Gatskovв, P.V. Pankratiev, I.N. Alferov,
Yu.M. Balabanova, A.M. Pampushka, A.I. Rakhimov
The Institute of ecological problems of Hydrosphere, 460024, p/b 3195,
Orenburg, Russia, E-mail: gayev@mail.ru

According to the method proposed geoecological condition of oil and gas production facilities situated in Ural Region and Transurals region was assessed. Different quantitative and qualitative assessment methods were used to provide integrated geoecological analysis of the territory, the results of which will be used to work out a plan of ecological normalization actions.

The keywords: Ural Region; Transurals region; different quantitative and qualitative assessment methods; ecological normalization actions.

УДК 550.8

# О ПРИМЕНЕНИИ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ ПРИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

А.Я. Гаев[1], Ю.А. Килин[2], Ю.М. Балабанова[1],
И.Н. Алферов[1], М.П. Коземчук[1]
[1]Институт экологических проблем гидросферы,
460018, г. Оренбург, Терешковой, 10/4, к.42
[2]Институт карстоведения и спелеологии РГО,
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15

С 80-х гг. XX в. при изучении состояния экосистем в комплексе с наземными методами широко применяются дистанционные технологии. Используются многоцелевые авиазонды, оснащенные аппаратурой в тепловом, инфракрасном, оптическом, рентгеновском и радиоволновом диапазонах. Спутники и зондировщики оснащены оборудованием, позволяющим получать цветосинтезированные карты на топооснове почти любого масштаба. При этом выявляются положительные неотектонические поднятия, техногенные формы рельефа, экзогенные процессы, глубины овражных врезов, карстовые котловины и воронки, фиксируются участки передвижению русел рек и ручьев, участки больного и погибающего леса.

Ключевые термины: экосистема; дистанционные технологии; неотектонические поднятия; техногенные формы рельефа; экзогенные процессы; карстовые котловины и воронки.

С последней четверти XX в. при изучении состояния природных и техногенных экосистем все большее значение приобретают дистанционные методы и технологии, применяемые в комплексе с наземными методами. Комплексирование достигается путем использования многоцелевых авиазондов, которые оснащены аппаратурой зондирования в тепловом, инфракрасном, оптическом, рентгеновском и радиоволновом диапазонах. Для построения экспресс-карт спутники и зондировщики оснащены оборудованием, которое позволяет получать цветосинтезированные карты (планы) на топооснове почти любого масштаба. При этом результаты исследований и количественной характеристики конкретных объектов могут быть представлены в виде таблиц, графиков и цифровых карт. К концу полета выдается также уточненная топооснова, как обязательный элемент для принятия решений и подготовки прогнозов [1-3].

© А.Я. Гаев, Ю.А. Килин, Ю.М. Балабанова, И.Н. Алферов, М.П. Коземчук, 2010

Дистанционные методы хорошо фиксируют процессы техногенеза и даже такие, которые протекали около 5 тыс. лет назад. Именно на основе применения дистанционных методов открыты древние поселения на нашей территории, одновозрастные с самыми древними городами нашей планеты. Так, города Аркаим, Аландское, Урамбаш и др. на Южном Урале существовали ок. 4800 лет назад. Их местонахождение было зафиксировано на космических и аэрофотоснимках в форме овала, круга, квадрата (рис. 1), и только после этого они были обнаружены археологами наземными методами. Население древних уральских городов достигало 1800 человек. Город имел площадь в центре и опоясывался двумя кольцами крепостных стен. Внутри города, параллельно стене проходила кольцевая улица. Жители древнего Аркаима поклонялись Солнцу.

Ряд исследователей полагает, что использование авиазондировщиков по сравнению со спутниками открывает возможность проведения аэросъемок с любой заданной периодичностью, позволяющей получить необходимую экспресс-информацию в наиболее важные моменты развития процессов формирования объектов и явлений, отражающих геоэкологическое состояние исследуемой территории. Насчитывается более десяти экологических задач, которые возможно решать при помощи экспресс-картографирования и их круг может быть существенно расширен за счет совместного использования материалов, получаемых со спутниковых орбит. Комплексирование разноэтажных аэрокосмофото- и наземных материалов повышает достоверность экспресс-карт. Построенные на их основе геоэкологические и карстологические модели позволяют обоснованно оценить перспективы социально-экономического развития осваиваемых территорий.

В регионах Урала и Приуралья использование дистанционных методов практикуется нами в содружестве с учеными МИНГа и Института аэрокосмического приборостроения с конца 80-х гг. Хорошего качества материалы дистанционного зондирования по залетам почти на любой период времени, начиная с 1989 г., с современными системами «Фрамм» и др., мы получаем из таких фирм, как Госцентр «Природа» и др. Они представлены спектрозональными и синтезированными снимками масштаба от 1:1000000 до 1:40000. Дешифрирование и интерпретация этих материалов выполняются в направлении ретроспективного анализа развития экологической ситуации и изменений природного комплекса в зонах вторжения в него

человека. Предполевое дешифрирование аэрофотоснимков на основе прямых и косвенных признаков, позволяет «проявить» элементы техногенного и карстового рельефа, геологические структуры, гидросеть, растительность, техногенные и карстовые процессы и т.д. Во время предполевых работ намечаются эталонные участки для изучения нарушенных и загрязненных земель, опустыненных территорий и пр. На этом этапе работ подбираются приборы, оборудование и материалы, проверяются их качество и точность.

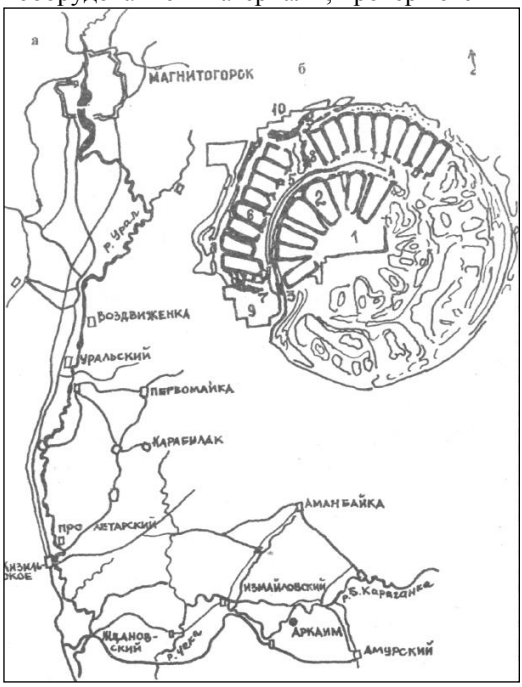



**Рис. 1 Аркаим - город Солнца, возникший на Южном Урале около 4800 лет назад (по В. С. Федосихину и С. С. Фокиной, 1997):** а - ситуационный план размещения городища относительно Магнитогорска; б - схема раскопа поселения; 1 - площадь; 2 - внутренний круг жилищ; 3 - основание внутренней оборонительной стены; 4 - круговая улица; 5 - ровик ливневой канализации; 6 - внешнее кольцо жилищ; 7 - основание внешней оборонительной стены; 8 - основание радиальных стен; 9 - юго-западный вход; 10 - северо-западный вход, главный

При полевых исследованиях все материалы дистанционного зондирования сопровождаются фотосхемами и упорядочены по маршрутам залетов и по номерам. Они распределены по маркировочным конвертам, и, кроме того, отдельно отобраны снимки на эталонные участки. В начале полевого сезона выполняются аэровизуальные и наземные маршруты для уточнения и дополнения представлений о районе, корректируются программы полевых, наземных и камеральных исследований. Аэровизуальные маршруты

производятся с использованием вертолетов и самолетов и осуществляются вдоль коммуникаций (магистральных газопроводов, железных дорог и др.) преимущественно в крест простирания основных геологических структур, аномальных геофизических и геохимических полей. Полевые работы проводятся с фото- и видео сопровождением и телесъемкой. Важный момент при этом - непрерывность наблюдений, что позволяет сопоставить полученные результаты с изменением их структурных характеристик. В комплексе с аэрокосмическими работами в полевых условиях осуществляется геоэкологическое обследование территории с опробованием почв, грунтов, донных отложений, атмосферного, почвенного воздуха, подземных и поверхностных вод, снегового покрова с анализом их состава и микробиологической заселенности.

В развитых зарубежных странах и, пока в меньшей степени, в России на основе применения дистанционных методов разрабатываются и осуществляются геоэкологическое зонирование территорий с отделением селитебных и рекреационных зон от промышленной застройки. Связь между ними осуществляется разнообразными транспортными коммуникациями. Все шире используются методы дешифрирования аэрокосмофотоматериалов. При дешифрировании линейных и кольцевых структур используются многозональные сканерные снимки (СКС), например, системы «Ландсэт» и другие аэрокосмофотоматериалы. Наиболее информативны снимки, выполненные в диапазонах 0,6-0,7 и 0,8-1,0 мкм. Они позволяют распознать увлажненные участки, русла рек, ручьев и другие элементы рельефа. На снимках выделяются дугообразные и кольцевые линеаменты. Они согласуются с ландшафтными аномалиями, имеющими различные размеры: от 15÷20 (первый порядок) до 10 км и менее (третий порядок). Линейные и дугообразные линеаменты дешифрируются весьма надежно. Локальные ландшафтные аномалии имеют вид цепочек субмеридианального и северо-западного направлений. Они осложняют изометричные морфоструктуры, которые согласуются с элементами тектонического строения, депрессиями, тектоническими ступенями, грабенообразными прогибами и пр.. В качестве примера приведем схему дешифрирования района Оренбургского нефтегазового комплекса с аномальными, кольцевыми и линейными зонами (рис. 2).

Приведем так же описание характера взаимодействия трубы магистральных газопроводов с массивом горных пород. Тепловизорная ИК-съемка хорошо выделяет зону нарушенности массива пород и самой трубы. Расширение теплового поля вокруг трубы свидетельствует о

диффузии газовых флюидов через стенки трубы и о недостаточной герметичности металла труб. Наличие таких признаков требует исследования с применением комплекса геолого-геофизических, карстологических и гидрогеохимических методов. Для включения этого вида работ в систему мониторинга необходимо проведение специальных опытно-методических работ на участках как хорошо изученных, так и недостаточно исследованных, но опасных по карстологическим причинам.

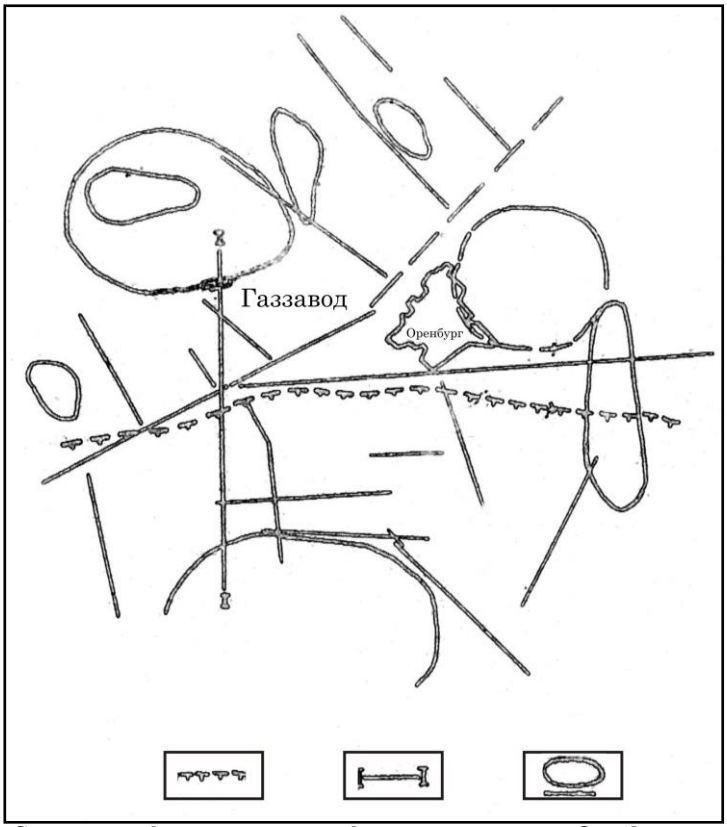



**Рис. 2. Схема дешифрирования космофотоматериалов по Оренбургскому нефтегазовому комплексу.** 1 – контур Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения с севера; 2 – профиль полевых исследований; 3 – аномальная зона: а – кольцевая, б – линейная.

В основу геоэкологического зонирования нами положены такие аспекты, как: 1) уязвимость территории по отношению к техногенной нагрузке;

2) народнохозяйственная ценность земель, водных, лесных и минеральных ресурсов и характер их площадного размещения;

3) исторически сложившаяся инженерная инфраструктура окружающей среды, представляющая важный элемент благополучного экономического развития общества;

4) экологически обоснованные схемы типизации территории с количественной и качественной оценкой выше указанных параметров.

Такие схемы приведены нами ранее [3] и призваны геоэкологически обоснованно осуществлять дальнейшее размещение производительных сил с целью регламентации техногенной нагрузки на окружающую среду. Разработка и реализация такой стратегии застройки и дальнейшего освоения территории позволяет региону перейти на модель устойчивого развития и в текущем XXI столетии достигнуть полноценной устойчивости.

Анализ аэрокосмофотоснимков и результатов наземных исследований позволяют выявить в пределах исследуемой территории особенности проявления неотектонических положительных и отрицательных движений. На аэроснимках хорошо фиксируются техногенные формы рельефа, экзогенные процессы, глубины овражных врезов, карстовые котловины и воронки. Например, подвижки пульсирующего характера, положительного знака установлены на Уфимском плато, Сакмаро-Уральском валу и др. Они фиксируются по передвижению русел рек и ручьев и активизации карстовых форм при интерпретации материалов с применением геологической и неотектонической карт. Воздымание, например, Уфимского вала сопровождается опустыниванием закарстованных территорий.

Суть камеральных работ заключается в проведении топографического, геоморфологического, геологического, структурного и геодинамического дешифрирования лесных сообществ, почв, сельскохозяйственных угодий, техногенных и карстовых объектов и др. Выполняется системный геоэкологический анализ тематического дешифрирования аэро- и космофотоснимков с выдачей следующей информации:

а) при дешифрировании космофотоснимков выделяются линейные и кольцевые зоны. Первые интерпретируются как

морфоструктуры или тектонически ослабленные зоны, вторые отображают новейшие пораженные техногенезом и карстом структуры, играющие важную роль в создании весьма сложной гидрогеоэкологической обстановки;

б) на фотоматериалах хорошо отображаются нарушенные земли, признаки техногенного опустынивания и закарстованные участки. При выявлении масштабов закарстованности территории наиболее информативны весенне-летние снимки, на которых хорошо видна граница между площадями, покрытыми растительностью и техногенными зонами;

в) на аэрофотоснимках крупного масштаба отчетливо выделяются леса с усыхающими и отмирающими деревьями, площади с карстом и техногенными нарушениями, карстовые пещеры, заполненные водой;

г) при дешифрировании техногенной нагрузки от предприятий выделяются пылевые шлейфы и выбросы углеводородов, сероводорода, неочищенных сточных вод и пр., особенно на зимних фотоснимках;

д) при комплексном анализе результатов тематического дешифрирования аэрокосмоснимков достаточно достоверно определяется состояние природного комплекса. Отчетливо картографируются территории, подвергшиеся загрязнению от промышленных, сельскохозяйственных, транспортных, геотехнологических, бытовых источников, эрозионным и суффозионно-карстовым процессам и др. Эталонные участки детализируются наземными методами, и полученные при этом результаты интерпретируются на всю зону. На эталонных участках выявляются индикаторы дешифрирования, наиболее характерные структурные, цветовые, тоновые и пр. признаки фотоизображения. Например, имеющиеся тепловизионные, спектрозональные снимки дают следующую информацию. Ровный коричневый, от светлого до темного фототон зависит от влажности почвы (более темный тон – более высокая влажность). Светло-коричневый цвет имеют воды в карстовых полостях и в подземных водоемах, темный, почти черный цвет имеют воды прудов и озер. Фототон зависит от количества взвешенных частиц в воде. Черный тон соответствует мутной воде с водорослями. Выявленные индикаторы проверяются по эталонным участкам в различных частях региона.

***Библиографический список***:

1. *Гридин В.И.* Технология подготовки материалов дистанционного зондирования для проведения системно-аэрокосмических работ.М.: Изд-во МИНГ им. И.М, Губкина, 1986. 58с.

2. *Гридин В.И.* Структурное дешифрирование материалов дистанционного зондирования. М.: Изд-во МИНГ им. И,М, Губкина, 1988. 88с.

3. *Экологические* основы водохозяйственной деятельности (на примере Оренбургской области и сопредельных районов)/Авторы: А.Я. Гаев, И.Н. Алферов, В.Г. Гацков и др.; под ред. А.Я. Гаева. Пермский ун-т и др. Пермь; Оренбург, 2007. 327 с.

## ABOUT REMOTE SENSING METHODS APPLIED TO PERFORM GEOECOLOGICAL SURVEYS

A.Ya. Gayev [1], Yu.A. Kilin[2], Yu.M. Balabanova[1],
I.N. Alferov[1], M.P. Kozemchuk[1]
[1] The Institute of ecological problems of Hydrosphere,
460024, p/b 3195, Orenburg, Russia, E-mail: gayev@mail.ru
[2]Karst Survey and Speleology Institute of RAS,
15, Bukireva str., Perm, 614990, gayev@mail.ru

Since the 80's of the 20th century remote sensing methods along with surface technologies were used to study ecological systems' condition. There are used multipurpose air probes equipped with different sensing devices: thermal, infra-red, optical, x-rays and radio waves. On satellites and probes special equipment was installed to get colour synthesized maps based on topological maps of different scales. As the result there are discovered positive neotectonic uplifts, technogenic landscapes, exogenous processes, clough depths, karst cavities and craters, as well as areas of brook and river beds movement and damaged and dying forests.

Key words: ecological systems' condition; technogenic landscapes; exogenous processes; clough depths; karst cavities and craters.

УДК 581.1, 577.164.2 (470.26)

# НАКОПЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ АНТИОКСИДАНТОВ В ЛИСТЬЯХ ЧИНЫ ПРИМОРСКОЙ И КОЛОСНЯКА ПЕСЧАНОГО КУРШСКОЙ И БАЛТИЙСКОЙ КОС

Е.Ю. Головина
Российский государственный университет им. И. Канта, Россия, Калининград, golowina@mail.ru

Исследована динамика накопления аскорбиновой, дегидроаскорбиновой, дикетогулоновой кислот, рутина, антоцианов в листьях колосняка песчаного и чины приморской Куршской и Балтийской кос в процессе онтогенетического развития и в зависимости от условий произрастания.

Ключевые слова: Leymus arenarius - Lathyrus maritimus – Куршская коса - Балтийская коса – антиоксиданты - аскорбиновая кислота – рутин – антоцианы

Адаптация растений к изменяющимся условиям окружающей среды определяется многими физико-биохимическими механизмами, в том числе эффективностью работы антиоксидантов, таких как аскорбиновая кислота, антоцианы, рутин [8, 10, 16, 18] и других. Поиск новых тест-систем для оценки потенциала защитной системы у растительных организмов остается особенно актуальным. Для подобных исследований большой интерес представляют растения – доминанты флоры дюн Куршской и Балтийской кос, которые наращивают большую биомассу, постоянно испытывая воздействие ряда неблагоприятных факторов. Целью данной работы явилось исследование аскорбиновой кислоты (АК), ее дериватов - дегидроаскорбиновой (ДАК), дикетогулоновой (ДКГК) кислот, а также рутина и антоцианов у колосняка песчаного и чины приморской, произрастающих на Куршской и Балтийской косах.

Объектом исследования служили листья колосняка песчаного (Leymus arenarius (L.) Hochst) и чины приморской (Lathyrus maritimus Bigel), произрастающих на наветренной (условно) - со стороны моря и подветренной сторонах авандюн Куршской и Балтийской кос. Количество аскорбиновой, дегидроаскорбиновой и дикетогулоновой кислот определяли колориметрическим [*7*], содержание рутина – титрометрическим [5] методами. Уровень антоциановых пигментов определяли по Муравьевой [6]. Для внесения поправок на содержание зеленых пигментов измерялась оптическая плотность полученных экстрактов при 657 нм [13]. Суммарную антиоксидантную активность определяли на анализаторе «ЦветЯуза-01-АА» по ТУ

© Е.Ю. Головина. 2010

МЕКВ. 414538.001 в диапазоне 0,2 – 4,0 мг кверцетина (стандарта)/дм$^3$. Методика позволяет установить сумму природных флавоноидов, в частности, катехинов (вещества группы флавана); кверцетина, рутина, дигидрокверцетина (вещества группы флавона), а также витаминов и других соединений, способных связывать свободные радикалы [4]. Исследования проводились в течение четырех вегетационных периодов 2006-2009 гг. с апреля по ноябрь еженедельно. Полученные данные обработаны статистически с использованием пакета электронных таблиц Microsoft Exel и программы Statistica 6.0 (метод парных сравнений, коэффициент корреляции) и представлены в виде средних арифметических значений и их стандартных отклонений из 3 независимых экспериментов с 4 повторностями в каждом.

Проведенное исследование сезонной динамики накопления антиоксидантов в листьях колосняка песчаного Балтийской косы показало, что максимальный уровень восстановленной формы аскорбиновой кислоты (рис. 1), рутина (рис. 2) и антоцианов (рис. 3) отмечен на 3-й неделе, а ДАК и ДКГК – на 4-й неделе - в фазу весеннего возобновления вегетации и в период активного роста. Есть данные, свидетельствующие также о повышении пула рассматриваемых нами антиоксидантов в листьях растений (лук, яблоня и др.) в начале вегетационного периода, в фазу развития цветков [2, 11]. Высокие концентрации аскорбиновой кислоты и флавоноидов в растительных тканях в это время говорят о сопряженности данных биосинтетических процессов [17]. Аскорбиновая кислота может выступать в качестве медиатора, запускающего биосинтез антоцианов, воздействуя на связь ДНК с гистонами [14]. Антоцианы и рутин выполняют защитную функцию против избыточного светового воздействия, препятствуя фотодеструктивным процессам в весенний период [9, 15].

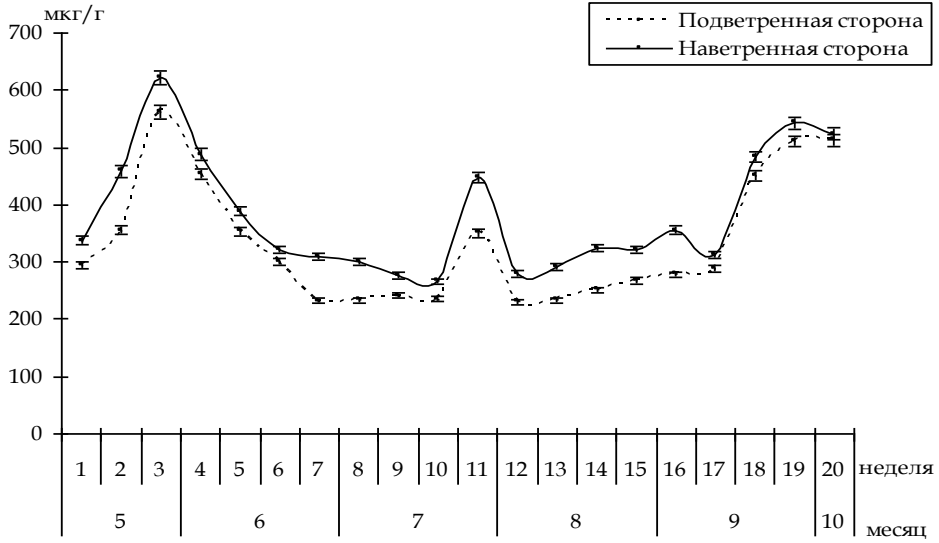



Рис. 1. Содержание АК в листьях колосняка песчаного Балтийской косы

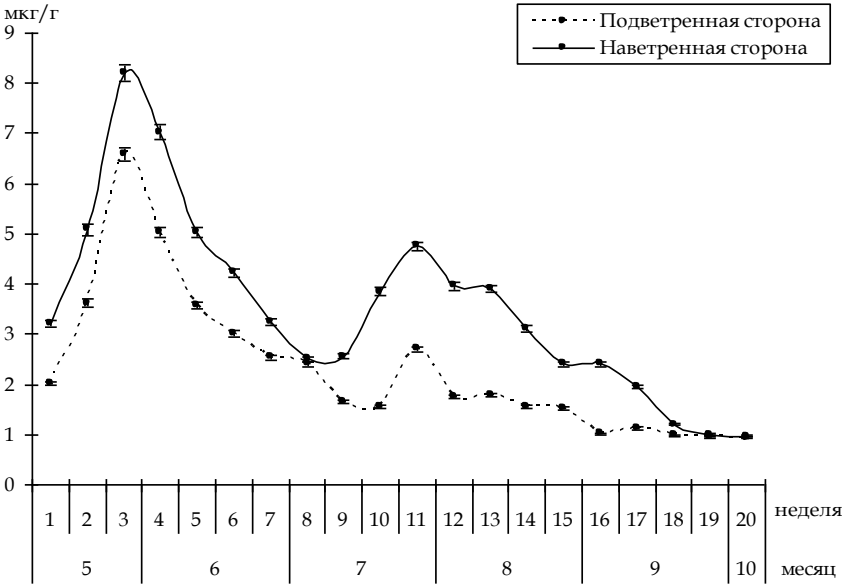



Рис. 2. Динамика накопления рутина в листьях колосняка песчаного Балтийской косы

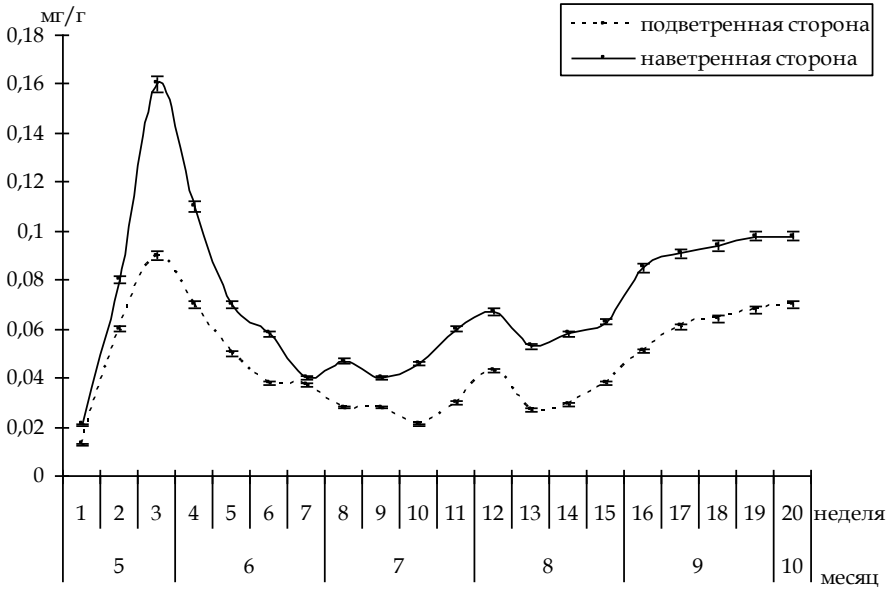



Рис. 3. Содержание антоцианов в листьях колосняка песчаного Балтийской косы

Одновременно с восстановленной формой аскорбиновой кислоты в листьях колосняка песчаного в процессе онтогенетического развития исследовалась динамика накопления двух ее окисленные формы – ДАК и ДКГК, которые повторяли характер накопления АК, но с более низкими значениями. Отмечено, что после высокого содержания исследуемых антиоксидантов в начале вегетационного периода уровень их резко падал. Это снижение нельзя объяснить уменьшением биосинтетической способности листьев в это время. Оно, очевидно, связано с усиленным расходованием метаболитов на процессы генеративного развития, обусловленного качественно новым типом обмена веществ. Повышение содержания аскорбиновой кислоты и рутина в листьях колосняка песчаного наблюдалось также в фазу плодоношения на 11-й неделе исследований, а антоцианов – на 12-й неделе и приходилось на конец июля – начало августа. Это время характеризуется повышенными температурами воздуха и почвогрунтов (до + 34° С). В данный период между температурой почвогрунтов и накоплением антиоксидантов была выявлена положительная корреляционная связь (0,56 – 0,70). Имеются данные [3], что высокие температуры индуцируют синтез ряда антиоксидантов, например, аскорбиновой кислоты, антоцианов, поэтому увеличение их количества в листьях может быть ответной реакцией исследуемых растений на высокие температуры. Осенью происходило снижение уровня рутина и к концу вегетационного периода его содержание в 8,5 раз было ниже, чем весной. Отмечен быстрый рост уровня АК с 18-й недели и антоцианов с 16-й недели в период холодовой акклиматизации. Тенденцию к увеличению содержания антоцианов и аскорбиновой кислоты при похолодании наблюдали и другие исследователи [1, 11]. Имеются данные [12], которые указывают на снижение фотосинтеза при понижении температур. В связи с этим, АК меньше используется в процессе фотосинтеза и накапливается, что наблюдалось нами в конце вегетационного периода. Рост уровня антоцианов в это время могло быть связано и с разрушением фотосинтетических пигментов. Отмечено, что содержание всех исследуемых антиоксидантов зависело от места произрастания колосняка песчаного: в менее благоприятных условиях наветренной стороны авандюны их уровень был выше, чем у растений подветренной стороны. Однако суммарное содержание антиоксидантов в листьях колосняка песчаного в процессе онтогенетического развития превосходило у растений, произрастающих на подветренной стороне. Эта разница возможна за счет не

исследованных нами антиоксидантов, имеющих другой характер накопления в неблагоприятных условиях.

Аналогичная закономерность накопления антиоксидантов отмечена и в листьях чины приморской. Содержание АК, ДАК, ДКГК, рутина и антоцианов исследовалось в онтогенезе растений, произрастающих и на Куршской косе. Закономерность их накопления, но с более низкими значениями, была сходна с растениями Балтийской косы.

Таким образом, уровень антиоксидантов - аскорбиновой кислоты, антоцианов и рутина - повышается в листьях колосняка песчаного и чины приморской Балтийской и Куршской кос в начале онтогенеза и в период летних повышенных температур, кроме того, пул АК и антоцианов возрастает осенью. Реакция на неблагоприятные условия в основном выше у растений, произрастающих со стороны моря. Индукция некоторых компонентов антиоксидантной защиты является по меньшей мере одним из механизмов устойчивости колосняка песчаногои чины приморской к условиям произрастания.

***Библиографический список***

1. *Гинс В.К., Гусейнова Т.И., Гамбарова Н.Т.* Аскорбат – возможный донор электронов при восстановлении HADP хлоропластами пшеницы в стрессовых условиях: Тез. докл. II съезда Всер. об-ва физиол. раст., СПб., 24 - 29 июня 1993. СПб, 1993. С. 20 - 45.

2.*Горбунов Ю.Н., Голубев Ф.В., Соколова С.М.* Биохимическая характеристика лука поникающего при выращивании в главном ботаническом саду РАН // Тр. IV Междунар. симпозиума «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования». М.: РУДН. 2001. Т. 1. С. 225 - 227.

3.*Мальдонадо К., Палич Е.* Стабильность и авторегуляторные свойства цитоплазматической окислительно – восстановительной системы GSH/GSSG у растений пшеницы при воздействии умеренного водного дефицита // Физиология растений. 1991. Т. 38. № 4. С. 730 - 735.

4.Методика выполнения измерений содержания антиоксидантов в БАДах, напитках, экстрактах растений / ОАО НПО «Химавтоматика», «Хроматография». М., 2004. 12 с.

5.Методы анализа витаминов: Практикум. Калининград, Калинингр. ун-т, 2004. С. 18-20.

6.*Муравьёва Д.А., Бубенчикова В.Н., Беликов В.В.* Спектрофотометрическое определение суммы антоцианов в цветках василька синего // Фармакология. 1987. Т.36. С. 28 - 29.

7.*Чупахина Г.Н.* Количественное определение АК, ДАК и ДКГК в растительных тканях // Специальный практикум по биохимии растений. Калининград, 1981. С. 17 - 19.

8.*Conklin P.L.* Vitamin C: a new pathway for an old antioxidant // Trends in Plant Science. 1998. 3. № 9. P. 329 - 330.

9.*Havaux M., Kloppstech K.* The protective functions of carotenoid and flavonoid pigments against excess visible radiation at chilling temperature investigated in Arabidopsis npq and tt mutants // Planta. 2001. 213. № 6. P. 953 - 966.

10. *Lee Mei-Hsien, Lin Rong-Dih.* Monoamine oxidase B and free radical scavenging activities of natural flavonoides in Melastoma candidum D. Don // Agr. and Food Chem. 2001. 49. № 11. P. 5551 - 5555.

11. *Leng P.*, Itamura H., Yamamura H., Deng X. Anthocyanin accumulation in apple and peach shoots during cold acclimation // Sci. hort. 2000. 83. № 1. P. 43 - 50.

12. *Lu Cun-Fu, Ben Gui-Ying, Hanga Shi Sheng-bo.* Сравнительное изучение фотосинтетических реакций у Cobresia hunilis на различные факторы окружающей среды // Acta phytoecol. Sin. 1995. 19. № 1. P. 72 - 78.

13. *Mancinelli A.L.* Light-dependent anthocyanin synthesis: a model system for the study of plant photomorphogenesis // Bot. Rev. 1985. Vol. 51. N1. P. 143 - 154.

14. *Maslennikov P.V., Tchoupakhina G.N.* Anthocyanins as the Factor Determining Stress Resistance in Plants Ecological Physiology of Plants: Problems and Possible Solutions in the XXI Century / Materials of the International Conference. Syktyvkar, 2001. P. 278 - 279.

15. *Merzylak M.N., Chivkunova O.B.* Light-stress-induced pigment changes and evidence for anthocyanin photoprotection in apples //Photochem. and Photobiol.2000.55. № 2. P. 155-163.

16. *Smirnoff N.* The Function and Metabolism of Ascorbic Acid in Plants // Annals of Botany. 1996. 78. № 6. P. 661 - 669.

17. *Soares Netto Luis Eduardo.* Oxidative stress response in sugarcane // Genet. and Mol. Biol. 2001. 24. № 1. P. 93 - 102.

18. *Terahara Norihiko, Honda Toshio.* New anthicyanins from purple pods of pea Pisum sp // Biosci., Biotechnol. and Biochem. 2000. 64. №12. P. 2569 - 2574.

ACCUMULATION OF SOME ANTIOXIDANTS IN LEAVES OF LEYMUS ARENARIUS AND LATHYRUS MARITIMUS OF CURONIAN AND BALTIC SPITS

Golovina E.Yu.

Dynamics of ascorbic acid, dehydroascorbic acid, diketohylonic acid, rutin and anthocyanin accumulation process in sand grate leaves Leymus arenarius (L) Hochst and Lathyrus maritimus Bigel of Curonian and Baltic spits in ontogenetic development (maturity) process in dependence with vegetation conditions were studied.

Key words: Leymus arenarius - Lathyrus maritimus - Curonian and Baltic spits - antioxidants, ascorbic acid, rutin, anthocyans.

УДК 581.524

# ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЛЕСОВ НА ВЫРУБКАХ И БРОШЕННЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЛЯХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ

И.Н. Горяинова, Н.Б. Леонова, В.М. Феодоритов
Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова 119992, Москва, Ленинские горы nb_leonova@rambler.ru

Рассмотрены особенности формирования лесных сообществ на месте вырубок и брошенных сельскохозяйственных угодий в среднетаежных ландшафтах Архангельской области. Выявлены различия в скорости формирования и в характере древесного и травяного яруса в лесных сообществах в разных ландшафтных условиях. Формирование лесных сообществ на месте брошенных сельхозугодий быстрее протекает в ландшафтах речных террас с бедными почвами, в непосредственной близости от лесных массивов. На месте вырубок становление лесного покрова интенсивнее идет на богатых почвах. Формирующиеся в результате демутационных смен вторичные леса относятся к различным синтаксонам в зависимости от условий экотопа и характера использования.

Ключевые слова: демутация; лесные фитоценозы; брошенные сельскохозяйственные угодья, вырубки.

В последние два десятилетия значительно изменилась структура землепользования, что привело к выводу из эксплуатации значительных площадей сельскохозяйственных земель. В связи с этим приобретают практическое значение вопросы динамики растительности на этих землях, определяющие возможности их дальнейшего хозяйственного использования. Среди появившихся в настоящее время работ, посвященных этой теме, большая часть относится к территории южной

© И.Н. Горяинова, Н.Б. Леонова, В.М. Феодоритов. 2010

тайги Европейской России [1]. В то же время в центральном секторе европейской средней тайги большие площади лесов подвергались вырубке, вследствие чего лесная растительность представлена в основном вторичными лесами. В задачи настоящей работы входило выявить особенности восстановления лесной растительности на вырубках и брошенных сельскохозяйственных землях, сравнить эти процессы, определить скорость восстановления лесов при разном способе антропогенных воздействий, проследить процесс трансформации растительности от луга к лесу, оценить возможности прогнозирования типов леса, которые сформируются на разных типах заброшенных угодий и разных типах вырубок.

Исследования проводились на юге Архангельской области в междуречье Ваги и Северной Двины в ландшафтах моренно-эрозионной суглинистой равнины (МЭР) и песчаных речных террас Кокшеньги и Устьи (РД). Первый ландшафт характеризуется относительно богатыми хорошо дренированными почвами, что обусловило его давнее освоение. По облику он аналогичен опольям более южных районов. Относительно выровненные участки и пологие склоны большей частью распаханы, засеяны многолетними травами или зерновыми культурами. Леса, в основном вторичные, а также суходольные луга приурочены к склонам возвышенностей, приовражным участкам, склонам и днищам оврагов. Долины Устьи и Кокшеньги включают поймы, где преобладает луговая растительность, используемая для выпаса и сенокошения, и песчаные террасы, занятые большей частью сосновыми лесами. Мелкоконтурные поля и луга занимают небольшую часть площади террас.

Зарастание лесом заброшенных угодий и вырубок в разных ландшафтах существенно различается и по интенсивности, и по набору древесных пород. На суходольных лугах моренно-эрозионной равнины чаще всего поселяются сосна и береза. На речных террасах набор древесных пород более разнообразен, количество пород в одном описании больше, в возобновлении чаще присутствует ель (табл.1). На вырубках восстановление древесных пород идет значительно интенсивнее, в целом больше роль хвойных - сосны и ели, в более богатых экотопах отмечается возобновление осины. Обычно идет восстановление сразу нескольких пород (табл.1,2).

Таблица 1

**Набор древесных пород, поселяющихся на лугах и вырубках (%)**

| *Древесные породы* | *Луга* | | *Вырубки* | |
|---|---|---|---|---|
| | *Ландшафт МЭР* | *Ландшафт РД* | *На бедных почвах* | *На богатых почвах* |
| Сосна обыкн. | 75 | 61 | 85 | 12 |
| Береза повислая | 65 | 58 | 81 | 88 |
| Ель финская | 31 | 65 | 59 | 94 |
| Ольха серая | 25 | 36 | 22 | 56 |
| Осина | 4 | 2 | 41 | 56 |
| *Число древесных пород в одном описании*: | | | | |
| 1 порода | 50 | 4 | 24 | - |
| 2 породы | 45 | 23 | 22 | 25 |
| 3 породы | 5 | 31 | 52 | 44 |
| 4 и более пород | - | 2 | 42 | 31 |

Скорость поселения древесных пород на заброшенных угодьях зависит от степени антропогенного воздействия и близости источников осеменения. На залежи, расположенной на расстоянии 0,5 км от ближайшего леса, единичный подрост сосны появился лишь на восьмой год. На сенокосных лугах вблизи опушки леса древесные породы отмечены уже на 2-3 год после прекращения сенокошения. Количество подроста весьма различно - от 1-2 до 150 экземпляров на пробной площади 10х10 м, при этом в большинстве случаев (57%) оно не превышает 20 экземпляров. Со временем число подроста увеличивается. Это доказывает значительный разброс возраста сосны на одной площади (например, с 3 до 13 лет). Наибольшее количество подроста отмечено на относительно давно заброшенных участках (максимальный возраст сосны 15-16 лет). Сомкнутость подроста невысока, в 58% описаний она составляет 0,1 и менее, максимальная сомкнутость - 0,5-0,6, такие участки редки (всего 4%). На вырубках значительно быстрее формируется более сомкнутый древесный полог, в 40-50% описаний сомкнутость составляет 0.5-0.8.

Таблица 2

**Динамика травостоя и подроста древесных пород на зарастающих лугах**

| *№ описания* | *Годы наблюдений* | *Древесные породы* | *Высота деревьев, м* | *ВН травостоя* | *Коэффициент общности видового состава травостоя* |
|---|---|---|---|---|---|
| 330 | 2001 | Сосна | 0.5 | 32 | 54.5 |
| | 2006 | Сосна, береза | 0.5-2; 3-4 | 36 | |
| 617б | 2002 | Сосна | 1-1.3 | 32 | 50 |
| | 2008 | Сосна | 0.3-2 | 55 | |
| 41 | 1996 | Сосна, береза | - | 37 | 47 |
| | 2006 | Сосна, береза | 1.5; 2-2.5 | 41 | |
| 42 | 1996 | - | - | 29 | 38 |
| | 2008 | Сосна, береза | 1-2.5; 3-5 | 28 | |
| 104 | 1997 | - | | 28 | 50 |
| | 2009 | Сосна | 3-4 | 38 | |
| 19 | 1996 | - | - | 34 | 57 |
| | 2009 | Сосна, береза, ольха | 1; 1,5 | 40 | |

В первые 10-15 лет подрост не оказывает заметного воздействия на луговую растительность. На зарастающих участках повышают постоянство на 20 и более процентов лишь *Chamaenerion angustifolium, Luzula multiflora, Anthoxanthum odoratum, Alchimilla monticola, Galium mollugo, Hieracium pratense*. Значительное снижение постоянства отмечено только у бодяка *Cirsium setosum*. Видовая насыщенность (ВН) травостоя в большинстве случаев возрастает, что видно на участках, где проводились наблюдения в течение 4-13 лет, при этом видовой состав мало изменяется (табл.2). При этом на всех участках преобладали луговые виды, лесные (*Lerchenfeldia flexuosa, Solidago virgaurea, Veronica officinalis, Geranium sylvaticum, Ajuga reptans*) появлялись

крайне редко. На вырубках разного типа процессы изменения травостоя протекают различно: на бедных почвах видовая насыщенность в первые годы заметно увеличивается, причем доля луговых видов довольно велика (до 30%), со временем она постепенно снижается; в более богатых местообитаниях лесные виды преобладают уже на ранних стадиях восстановления, а видовая насыщенность меняется незначительно.

Начальные стадии формирования молодняков можно проследить в случаях неравномерного размещения подроста. Здесь сочетаются луговые участки с довольно редким возобновлением сосны и березы высотой 0,5-3 м и сосново-березовые древостои высотой 4-7 м, где сомкнутость варьирует от 0,4-0,6 до 0,9.

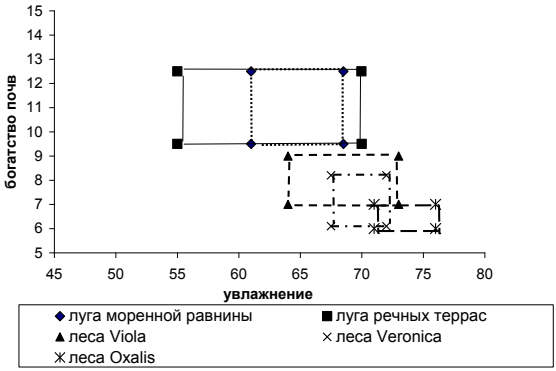



**Рис.1. Экологические ареалы лугов и формирующихся на их месте вторичных лесов**

При этом видовая насыщенность на лугу максимальная (26-34 видов), в разреженном молодом лесу она уменьшается до 25-28 видов за счет выпадения некоторых низкорослых луговых трав (*Trifolium repens, Cerastium holosteoides, Plantago lanceolata, Lathyrus pratensis*). На участках с высокой сомкнутостью видовая насыщенность резко снижается (до 13-15 видов), набор травянистых растений в значительной мере случаен, среди них сорные и лесо-луговые виды (*Chamaenerion angustifolium, Trifolium medium, Hypericum maculatum*). Из собственно лесных видов отмечены только *Pyrola rotundifolia* и

*Orthilia secunda*. Коэффициент общности между лугом и участками разреженного древостоя еще относительно высок (35-42), между участками с разреженным и сомкнутым древостоем - значительно ниже (17-25).

Для прогнозирования дальнейшего развития сообществ использован метод сравнения зарастающих лугов и вторичных лесов, располагающихся в аналогичных местоположениях на близких по увлажнению и богатству почвах (по экологическим шкалам Л.Г.Раменского). Исходя из набора поселяющихся древесных пород можно предположить формирование сосновых, березовых или сосново-березовых молодняков, описанных для тайги Европейской России. В разработанной нами на основе метода Браун-Бланке классификации [2;4] сосновые и березовые леса относятся к различным синтаксонам.

При небольшой сомкнутости возобновления или его неравномерном размещении на месте зарастающих лугов могут развиться сосновые, реже березовые или ольховые леса подгруппы *Viola*

*canina*, близкие к лугам по экологическим характеристикам (рис.1). Этим лесам свойственны значительные колебания сомкнутости, высоты и возраста древостоя и повышенная роль луговых и лесо-луговых видов, приуроченных к наиболее осветленным участкам [4]. Молодые березовые и сероольховые леса этой группы с высотой древостоя 5-6 м и диаметром от 6-10 до 10-20 см были описаны на моренно-эрозионной равнине вблизи заброшенных деревень и на приовражных участках. В ландшафтах речных долин молодые сосняки той же группы произрастают на надпойменных террасах и динамически связаны с лугами высокой поймы, где отмечено возобновление сосны (коэффициент общности 25-41).

Зарастающие материковые луга часто располагаются также в непосредственной близости к сосновым и березовым лесам подгрупп *Veronica officinalis* или *Oxalis acetosella typica.* Леса этих синтаксонов формируются и на зарастающих лугах, и на вырубках. Они приурочены к более бедным и влажным почвам, чем леса подгруппы *Viola canina* (см. рис.). Это можно рассматривать как следствие изменения почвенных условий в процессе демутации (табл.3).

Таблица 3

**Характеристика вторичных лесов**

| % доминирования: | ***н/г Viola canina*** | ***н/гVeronica officinalis*** | ***н/г Oxalis acetosella typica*** |
|---|---|---|---|
| сосны обыкновенной | 37 | 65 | 30 |
| березы повислой | 26 | 30 | 35 |
| ольхи серой | 11 | - | - |
| ели финской | 4 | 5 | 35 |
| осины | 18 | 0 | 0 |
| Средняя ВН | 34 | 32 | 25 |
| % лесных видов | 43 | 53 | 65 |
| Показатель гетерогенности [3] | 1.4 | 1.0 | 0.6 |
| Освещенность (по шкалам Д.Н.Цыганова) | 1-5 | 1-5 | 4-7 |

Чаще всего такие леса располагаются на террасах р.Устьи, но встречаются они и на плоских междуречьях моренно-эрозионной равнины. Молодые березовые, сосново-березовые и сосновые леса названных подгрупп (диаметр стволов 10-15 см) характеризуются невысокой. видовой насыщенностью (12-18 видов в травяно-кустарничковом ярусе), заметной ролью светолюбивых видов, чаще всего это *Agrostis tenius* и *Deschampsia caespitosa*.

Таким образом, возможны два основных варианта формирования лесов на месте зарастающих лугов - в зависимости от увлажнения и богатства почв, густоты и распределения подроста древесных пород. Восстановление леса на месте вырубок идет значительно скорее, а отмеченные различия связаны с условиями экотопов, характера исходной лесной растительности и наличия источников семян древесных пород.

### *Библиографический список*

1. *Гульбе А.Я.* Динамика фитомассы и годичной продукции березняков на залежах в подзоне южной тайги / Продукционный процесс и структура лесных биогеоценозов М. 2009. с.229-242.

2. *Емельянова Л.Г., Горяинова И.Н., Леонова Н.Б.* Мониторинг сукцессионных изменений вторичных лесов средней тайги Европейской России// Мониторинг и оценка состояния растительного мира. Минск, 2008. с.152-153.

3. *Ибрагимов А.К.., Широков А.И.* Флористическая гетерогенность как мера экологической напряженности лесных экосистем //Биологическое разнообразие лесных экосистем. М. 1995. с. 20-23.

4. *Мяло Е.Г., Горяинова И.Н., Леонова Н.Б.* Закономерности эколого-географической дифференциации биоразнообразия в ландшафтах средней тайги Европейской России. Биогеография в Московском университете М.ГЕОС. 2008. с.52-71.

## PECULIARITIES OF FORMING FORESTS ON ABANDONED AGRICULTURAL LANDS AND IN THE CUTTINGS OF MIDDLE TAIGA IN EUROPEAN RUSSIA.

I.N.Goryainova, N.B.Leonova, V.M. Feodoritov
Moscow State University, Geographical Faculty,
119992, Moscow, Leninskie gory, nb_leonova@rambler.ru

The paper concerned peculiarities of forming forests at the place of former agricultural lands and cuttings in middle-taiga landscapes of Arkhangelsk oblast. The differences in the intensity of demutation processes are detected in different landscapes. The landscapes of river terraces are characterized by more intensive processes of forest forming. Cuttings are more close to forest phytocoenoses, so demutation is more intensive. The type of forming forests depends on ecotope conditions and anthropogenic influence.

Key words: demutation, forest communities, former agricultural lands, clear cuttings.

УДК 597.08.591

# ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА МОСТОВЫХ ПЕРЕХОДОВ НА ИХТИОФАУНУ ВОДОТОКОВ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ

Е.П. Горлачева, А.В Афонин
Институт природных ресурсов экологии икриологии СО РАН, 672014, г. Чита, ул. Недорезова 16 А, e-mail: gorl_iht@mail.ru

В работе дана краткая характеристика водотоков и мостовых переходов, а также дается оценка негативного воздействия на ихтиофауну, в разные периоды строительства мостовых переходов

Ключевые слова: мостовые переходы, ихтиоценозы, рыбопродуктивность, взвешенные вещества, нерест, зимовальные ямы, нерестилища,

В начале XXI века на автодорогах общего пользования Забайкальского края расположено 1469 мостов общей протяженностью 39084 п.м., в том числе железобетонных 605 (Шаповалов,2006).В зависимости от водности территории, увлажненности и разнообразия ландшафтов, количество мостовых переходов может колебаться значительно (табл. 1).

Необходимость строительства и реконструкции мостовых переходов в Забайкальском крае вызвана тем, что существующие дороги к ним, не отвечают сложившейся интенсивности движения и не могут удовлетворить возросшим автомобильным перевозкам. Многие мостовые переходы построены давно и имеют деревянную основу, которая за длительный период эксплуатации пришла в неудовлетворительное состояние. За счет увеличения нагрузки на многие мостовые переходы резко ухудшилась и экологическая обстановка.

Ихтиологические работы, проведенные на водотоках, пересекаемых мостовыми переходами показали, что часть из них относится к водотокам высшей или первой рыбохозяйственной категории, и являются местом воспроизводства ценных видов рыб ленка, хариуса, тайменя, а также амурского чебака, амурского плоскоголового жереха, нескольких видов гольянов. Водотоки имеют разную протяженность и различное количество видов в составе ихтиоценозов (табл. 2).

© Е.П. Горлачева, А.В Афонин. 2010

Таблица 1

**Количество мостовых переходов на реках Верхнеамурского бассейна**

| *Район расположения* | *Количество* | *Протяженность п.м.* |
|---|---|---|
| Тунгокочинский | 58 | 874 |
| Могочинский | 33 | 1113 |
| Чернышевский | 43 | 728 |
| Сретенский | 44 | 1739 |
| Читинский | 114 | 3739 |
| Карымский | 84 | 2602 |
| Нерчинский | 41 | 2063 |
| Балейский | 53 | 1835 |
| Газимуро-Заводский | 66 | 1087 |
| Нерчинско-Заводской | 41 | 666 |
| Улетовский | 41 | 1660 |
| Оловянинский | 27 | 680 |
| Борзинский | 41 | 879 |
| Александрово-Заводской | 33 | 560 |
| Калганский | 21 | 699 |
| Акшинский | 69 | 1520 |
| Ононский | 11 | 774 |
| Дульдургинский | 57 | 1129 |
| Могойтуйский | 34 | 859 |
| **Всего** | **911** | **25 000** |

Таблица 2

**Характеристика некоторых водотоко**
**в пересекаемых мостовыми переходами**

| Водоток | Куда впадает | Длина, км | Количество видов рыб | Рыбохозяйственная категория |
|---|---|---|---|---|
| Магнен | Борзя | 18 | 5 | II |
| Шаранча | Борзя | 20 | 4 | II |
| Каренга | Витим | 320 | 15 | Высшая |
| Уров | Аргунь | 290 | 15 | Высшая |
| Гидаринский Зерентуй | Н.Борзя | 32 | 11 | II |
| Газимурские Кавыкучи | Газимур | 24 | 7 | II |
| Оленгуй | Ингода | 214 | 19 | I |
| Аргунь | Амур | 951 | 25 | Высшая |
| Куренга | Шилка | 113 | 8 | I |
| Кирекитуй | Жимбира | 15 | 5 | II |

Чаще всего в составе ихтиоценозов преобладают представители бореально предгорного и бореально равнинного комплексов, что обусловлено ландшафтами и горным характером территории

(рис.1).Такое соотношение характерно для большинства горных и полугорных водотоков Забайкальского края. Разнообразие рыб исследованных водотоков связано с наличием в водотоках разнообразных биотопов: перекатов, уловов, стариц, заливов, проток. На сегодняшний день промысловый лов на водотоках отсутствует, но хорошо развит любительский. Строительство мостов ведет и к резкому увеличению браконьерского лова. Например, рыбаки-любители за ночь вылавливают на р.Хилок до 40-60 экземпляров амурского сома, что отрицательным образом отражается на состоянии популяции. Рыбы, обитающие в водотоках, пересекаемых мостами, имеют различный рост (рис.2).

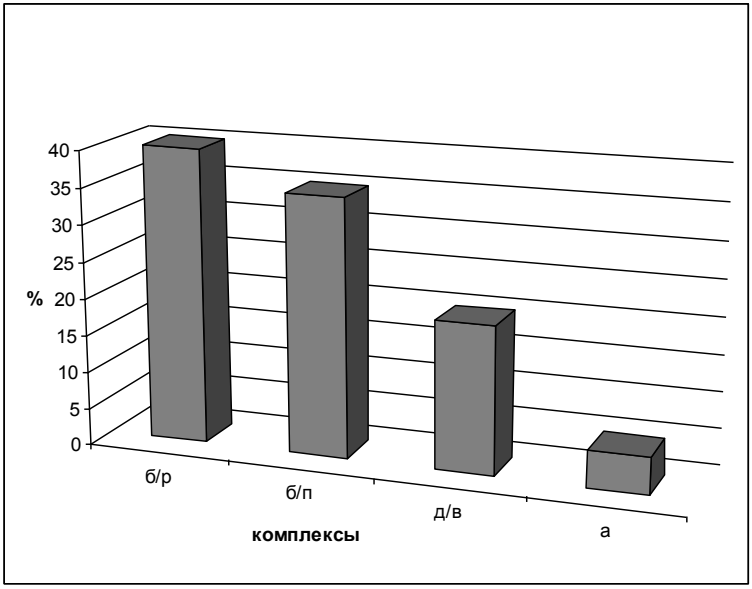


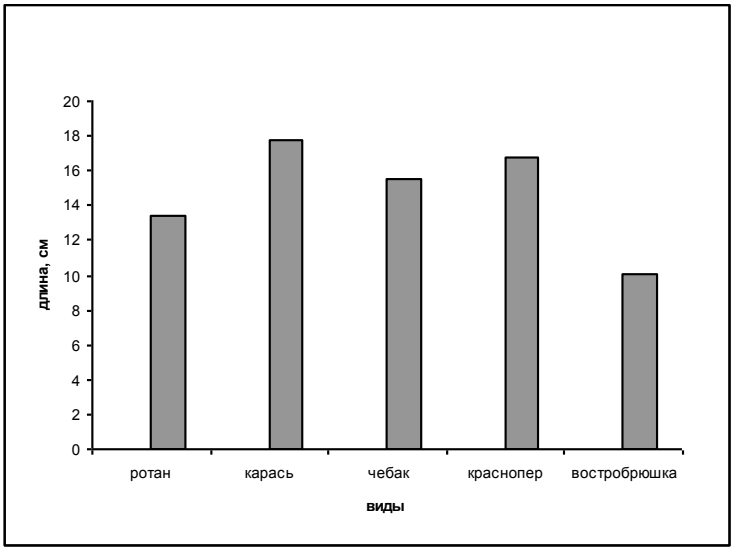

**Рис. 1 Соотношение фаунистических комплексов р. Уров**

Строительство автодорог и мостовых переходов относится к экологически опасным видам хозяйственной деятельности. Воздействие мостовых переходов обычно связано с изъятием части территории, нарушением окружающего ландшафта, изменением естественного рельефа. Эти воздействия носят временный характер, но очень часто переходят в постоянный, так как после строительства сохраняются временные водоемы, дамбы, остается строительный мусор

непосредственно в русле реки. Строительство новых мостовых переходов очень часто осуществляется вблизи старых, которые остаются полуразрушенными, и становятся неодолимым препятствием для миграционного хода рыб. Например, остатки старого моста через р. Уров стали преградой для гольяна Лаговского. Образование небольшого водопада при строительстве моста на р. Ср. Голготай, также явилось преградой для прохождения амурского хариуса и сибирского гольца в верхние участки реки, что привело к резкому снижению численности данного вида, не смотря на то, что он считается хорошим пловцом.

Таким образом, результатом воздействия строительства автодорог и мостовых переходов является уменьшение видового разнообразия как рыб, так и комовых организмов. В ходе строительства происходит сужение комплекса структурообразующих видов, происходит изменение размерной, трофической и пространственной структуры ихтиоценозов. В связи с этим следует избегать строительства трасс и мостовых переходов на местах нерестилищ, зимовальных ям и мест нагула молоди и взрослых видов рыб.

При строительстве мостовых переходов можно выделить три периода воздействия на окружающую среду. Наиболее опасным является первый период. На этом этапе происходит разрушение почвенного покрова, наблюдается взмучивание воды, а также повреждение и заиление дна реки. При этом происходит значительное увеличение концентрации в воде взвешенных веществ, которые прямо или косвенно влияют на кормовые организмы, и как следствие на рыбопродуктивность реки. Рыбопродуктивность крупных рек Забайкальского края колеблется от 15 до 50 кг/га. Средних и небольших водотоков от 2 до 12 кг/га. При увеличении взвешенных веществ она снижается в 2-3 раза. Наличие в водных объектах взвешенных веществ, поступающих при работах в русле водотоков, приводит к изменению кожных покровов рыб (особенно личинок и молоди), к загрязнению жаберного аппарата. В ихтиоценозах происходит уменьшение численности ценных видов рыб, которые заменяются малоценными. Такие виды рыб как обыкновенный гольян и амурский плоскоголовый жерех практически покидают зону мутности и возвращаются только поле восстановления среды обитания.



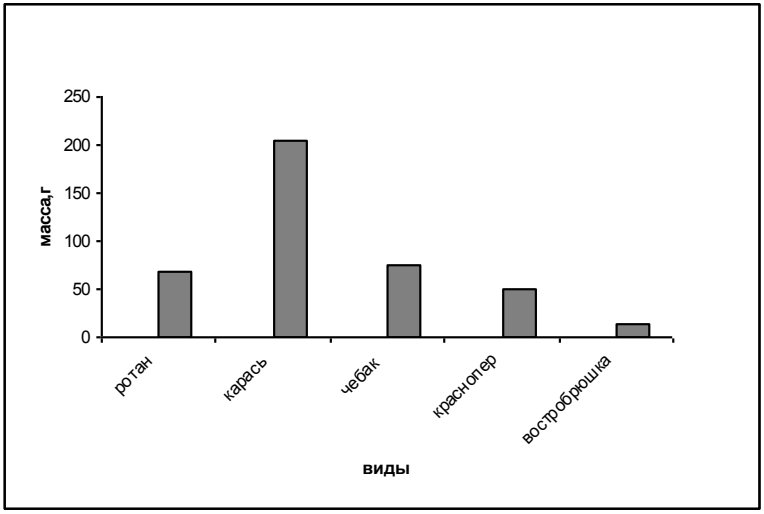




**Рис.2 Линейно-весовой рост рыб р. Аргунь**

Под влиянием повышенной мутности бентосные организмы исчезают из биоценозов или уменьшают свою биомассу, также происходит уничтожение придонных видов. Особенность ихтиофауны Забайкальского края заключается в том, что большинство видов по типу питания являются бентофагами. В связи с этим, нарушения в условиях откорма рыб, отражаются на их ростовых характеристиках. Гибель, а затем формирование новых биоценозов с пониженной продуктивностью приводит к сокращению площадей нагула рыб. Негативные явления, возникающие в результате строительства и эксплуатации мостовых переходов разнообразны, и затрагивают почти все звенья пищевой цепи. В водных экосистемах, в отличие от наземных, гидробионты и рыбы характеризуются большой зависимостью от условий и факторов среды, что связано с высокой ролью в водных экосистемах процессов экологического метаболизма и большей интенсивностью распространения загрязняющих веществ. В местах производственной деятельности наблюдается количественное и качественное изменение видового состава рыб, возрастает степень отрицательного воздействия на ихтиофауну из-за вторичного загрязнения водной среды нефтепродуктами. Во втором периоде происходит постепенное восстановление реки. Однако на данном этапе эксплуатации увеличивается загазованность воздуха, увеличение шума от движения автотранспорта. Увеличивается вынос нефтепродуктов с проезжей части мостовых переходов. Загрязнение поверхностного стока с автодорог возрастает с увеличением пропускной способности. Многие водотоки становятся более доступными для браконьеров, чем также наносится значительный урон рыбному хозяйству. Третий период характеризуется относительной стабилизацией биоценозов, восстановлением нерестилищ, путей миграций и может длиться несколько лет.

Таким образом, мостовые переходы должны проектироваться и строиться таким образом, чтобы ущерб рыбному хозяйству был минимальным в любой период. В первую очередь необходимо устранить нарушения, связанные с созданием искусственных препятствий и порогов для перемещения молоди и взрослых рыб. Необходимо проведение паспортизации всех мостовых переходов и проведение экологического мониторинга состояния водотоков вдоль трасс. Следует избегать прокладки трасс по местам нерестилищ, зимовальных ям и местам нагула молоди и взрослых рыб. На данных участках не должно быть спуска сточных вод.

*Авторы выражают благодарность Афониной Е.Ю. за помощь при подготовке работы.*

***Библиографический список***

*1. В.И. Шаповалов* //Энциклопедия Забайкалья. Читинская область. Т.III, Новосибирск, Наука, 2006. –С.283

## ESTIMATION OF CONSTRUCTION INFLUENCE OF BRIDGE TRANSITIONS ON WATER-CURRENTS ICHTHYOFAUNA OF TRANSBAIKALIAN EDGE

E.P.Gorlacheva, A.V Afonin

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology Siberian Branch of the Russian Academy of Science, 672014, Chita, st. Nedorezova 16, e-mail: gorl_iht@mail.ru

The summary. In work the brief characteristic of water-currents and bridge transitions are given, and also the estimation of negative influence on ichthyofauna, during the different periods of bridge transitions construction is given

Keywords: bridge transitions, ichthyofauna, fish productivity, the weighed substances, spawning.

УДК 574.58(26)

# ВЛИЯНИЕ ГРУНТОВЫХ ДОРОГ НА ПРИРОДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ТУНДРЫ

А.Ю.Гуков, И.С.Арсентьева, М.В.Карлова
Государственный природный заповедник «Усть-Ленский»,
678400, РС(Якутия), п.Тикси, ул. Академика Федорова 28,
e-mail: sgukov@mail.ru

Развитие дорожной сети в окрестностях северных городов и поселков Якутии приводит к коренному преобразованию местообитаний животных и растений. Помимо прямого уничтожения части биотопов, происходит и длительное, негативное воздействие на примыкающие к дорогам природные растительные комплексы. Зачастую проложенные коммуникации перекрывают естественные наземные и подземные водные стоки, вызывая заболачивания и гибель больших участков тундры. Наиболее устойчивым к загрязнению атмосферного воздуха растением является крестовник якутский, который наиболее часто встречается на обочинах дороги. То же касается калужницы, дриады, одуванчика, овсяницы и мятлика. Выхлопные газы и ядовитый бенз(а)пирен оказывают угнетающее воздействие на многие растения вблизи трассы, в результате чего растения погибают.

Ключевые термины: биотоп, мониторинг, фитоценоз, термоэрозия, термокарст.

В результате инженерно-геокриологического мониторинга грунтовых дорог в Северной Якутии составлена карта дорог поселка Тикси и на территории Усть-Ленского государственного заповедника, где выделены места наибольшего негативного воздействия на природную среду.

Описание мерзлотных форм рельефа у дорог с картированием местности проводилось на высотах Приморского кряжа. Результатом работы должны стать своевременное обнаружение, рекомендации по ослаблению развития негативных процессов (криогенных, геохимических и др.), на участках существующих дорог в Булунском районе и других регионах Крайнего Севера. Развитие дорожной сети в окрестностях поселков Булунского района ставит ряд проблем, решение которых требует дополнительных материальных затрат, физических усилий и времени. Следствием прокладки дорог является коренное преобразование местообитаний различных животных и растений. В итоге, помимо прямого уничтожения части биотопов, происходит и длительное, негативное воздействие на примыкающие к дорогам различные местообитания. Зачастую проложенные коммуникации перекрывают естественные наземные и подземные

© А.Ю.Гуков, И.С.Арсентьева, М.В.Карлова, 2010

водные стоки, вызывая заболачивания и гибель больших участков тундры.

Выявлены наиболее устойчивые к загрязнению атмосферного воздуха и почв группы растений. Крестовник якутский является типичным придорожным растением, который наиболее часто встречается на обочинах дороги и, наоборот, не был встречен в отдалении от нее. То же касается калужницы, дриады, одуванчика, овсяницы и мятлика.

Вероятно, выхлопные газы и ядовитый бензопирен оказывают угнетающее воздействие на многие растения вблизи трассы и они погибают. Наиболее выносливыми можно считать щавель якутский, овсяницу, лисохвост, остролодочник, которые произрастают не только вдали, но и в непосредственной близости от дорог.

Изучение многолетнемерзлых горных пород в районе Тикси включает систематический контроль, анализ, оценку и прогноз изменения мерзлотных условий на грунтовых трассах района. Отличительной чертой этой территории является довольно мощная (500 м), сильно охлаждённая (-12С$^{o}$) криолитозона с преимущественно несквозными таликами и тонким (до 1,2 м) деятельным слоем, в котором отчётливо выражены процессы мелкого и глубокого морозобойного растрескивания и перманентного ледообразования.

Полотно грунтовой дороги Тикси - Полярка подвержено изменениям, деформациям. На всем участке дороги длиной 8 км, нами обнаружено 36 мест с дефектами и нарушениями грунтовой поверхности. Общая протяженность нарушенной трассы составляет 0,8 км. Аналогичная грунтовая трасса Тикси - Тикси-3, длиной 7 км, связующая поселок, населением 5 тыс. человек и аэропорт, используется гораздо интенсивнее и находится под постоянным наблюдением дорожных служб поселка. Все возникающие просадки грунта засыпаются щебнем и выравниваются с помощью бульдозеров. Здесь зарегистрировано только 25 таких мест, суммарной протяженностью 0,4 км. Мониторинг, организованный в сезоны 2002-2009 гг. на проблемных участках дороги и горных склонах, вплоть до линии водоразделов, выявил причины нарушений, которые связаны с тремя основными причинами. Во-первых, просадки наблюдаются на участках, подвержены избыточному увлажнению. Низина с кочкарным болотом, длиной около 30 м, засыпанная щебнем, каждую весну поглощает очередную порцию щебня и приходится совершать новую подсыпку. Стабилизировать этот процесс не удается уже в течение 10

последних лет. Фильтрация через насыпь осуществляется медленно, тем не менее, размывает полотно.

Во-вторых, значительный участок трассы лежит в «Долине смерти»- районе распространения сильно льдистых грунтов и ежегодных просадок грунтов. Последние могут составлять величину 60-70 см.

В-третьих, участок, где льдистые грунты пересекаются руслом небольшого ручья. Каждую зиму здесь образуется тарын, однолетняя наледь, что приводит к аккумуляции значительного объема льда в долине ручья. Паводковые воды размывают и уносят значительную часть дорожного полотна в течение июня. Дорога в этот период представляет собой непреодолимое препятствие. Вода собирается в мутный ручей, пропиливающий глубокий овраг с ледяными бортами, которые не прикрыты растительностью и продолжают таять. Водопропускные сооружения здесь не справляются со своей задачей и ручей при больших расходах воды продолжает заливать дорогу Воды ручья оказывают на льдистые берега тепловое воздействие, оттаивая и размывая мерзлую породу, а также транспортируя и переотлагая продукты разрушения берегов. Овражная термоэрозия в районе Тикси развивается по тракторным и вездеходным колеям, вдоль грунтовых дорог и, как и термокарст, наносит вред дорогам, трубопроводам, линиям электропередачи и т.д. Ниже по течению ручья располагается равнина, покрытая полигонально - валиковыми формами мезорельефа.

Летняя автомобильная дорога в июне изредка пересекается небольшими оползнями, результатами процесса солифлюкции. Они возникают в районе «серпантина»- крутого поворота на западном склоне в 2 км от Тикси. Мерзлые грунты под действием солнца и положительной температуры начинают таять и засыпать дорогу. Обычно при сооружении шоссейных дорог, взлетных полос аэродромов, других линейных сооружений делается насыпь. За лето успевает оттаять только сама насыпь, а грунты под нею всегда остаются мерзлыми. Дорога по Топорику идет по камням, а не по рыхлым породам, поэтому почти не подвержена процессам термоэрозии. В верхней части южного склона горы начинается маленький ручеек, который стекает вдоль автодороги и впадает в ручей Овраг. Выкопанный ледник для хранения мяса на склоне горы потерял свои полезные свойства вследствие затопления его водами ручья, из-за чего термический режим пород был нарушен

Таблица

**Составы фитоценозов в зоне дороги (А) и фонового (В)**

| | A | B |
|---|---|---|
| сем. Polygonaceae: | | |
| • Rumex acetosa L. | + | + |
| сем. Ericaceae: | | |
| • Vaccinium uliginosum L. | + | |
| • V. vitis-idaea L. | + | |
| сем. Poaceae (Gramineae): | | |
| • Poa vivipara (L.) Wild. | + | + |
| • Poa pratensis L. | + | + |
| • Poa sublanata Reverd. | + | |
| • Poa arctica R. Br. | + | + |
| • Festuca richardsonii Hook (B. kirilowiisteud) | + | |
| • Festuca rubra L. | + | + |
| • Agrostis vinealis Schreb | + | |
| • Alopecurus alpinus Smilh | + | + |
| • Trisetum sibiricum Rupr | + | + |
| • Senecio jacutica | + | |
| • Drias punctata | + | |
| • Cassiope tetragona | + | |
| • Oxitropis negrescens | + | + |
| • Novosiversia glacialis | + | |
| • Rodiola rosea | + | |
| • Poligonum bistorta | + | |

Заповедник «Усть-Ленский» организован в 1985 году. Его территория площадью около 14443 тысяч гектаров расположена в Булунском районе, в дельте реки Лены. До учреждения заповедника на этом участке были проведены геофизические работы по разведке месторождений полезных ископаемых, в ходе которых остались следы исследований и старые вездеходные колеи. Промышленное освоение прилегающей к заповеднику территории площадью свыше 3 млн. га шло по нарастающей до конца 80-х годов. Вследствие того, что основное

обслуживание месторождений велось с использованием вертолетов и по временным зимним дорогам по реке Лене и протокам дельты Лены, строительства никаких постоянных коммуникаций и дорог не проводилось. Активность геологов внутри современных участков заповедника была минимальной, и особого ущерба окружающей среде они не нанесли. Разведчики геологических партий Амакинской и Приленской экспедиции, Объединения «Аэрогеология», «»Северовостоккварцсамоцветы», Сангарской нефтегазоразведочной экспедиции (СНГРЭ), Оленекской геофизической партии и других провели в течение 30-40 лет масштабные работы в Булунском районе Якутии. На берегах Лены и островах дельты, в районах Тит-Ары, Тас-Ары, Нагым, Ыстаннах-Хочо остались шурфы, канавы, груды вынутого грунта, а также сломанная техника. В отдельных местах были накатаны вездеходные дороги значительной длины.

Вдоль западной границы Усть-Ленского заповедника уже давно существует зимняя дорога, соединяющая Тикси с Таймылыром., по которой доставляются грузы и перевозятся люди. В итоге заповедник, протяженность границ которого по периметру составляет свыше 400 км, получил источник постоянного антропогенного воздействия в непосредственной близости от охраняемой площади. Наряду с выгодами, получаемыми заповедником от наличия дорог – возможностью использовать для выездов сравнительно дешевый автотранспорт, оперативностью и относительным комфортом при передвижении сотрудников отдела охраны и т.п., налицо и значительное отрицательное воздействие, оказываемое столь близким соседством.

Прежде всего, это факторы, порождающие проблемы, связанные со значительным увеличением числа посторонних людей вблизи границ заповедника. Так как большинство людей приезжают из поселков, то, попав в тундру, тут же начинают ее покорять. Это выражается в браконьерской охоте на оленей, разорении гнезд и жилищ диких животных, загрязнении нефтепродуктами берегов и льда проток и т.п. С увеличением количества людей четко связан всплеск уровня нефтяного загрязнения льда и берегов, возникающих в зимне-весенний период. Обладая мощной вездеходной техникой, работники различных организаций способны легко достигать самых уединенных уголков. Все это создает определенные проблемы отделу охраны заповедника, выражающиеся в необходимости постоянного наземного патрулирования проблемных участков границ. А с учетом того, что на одного инспектора приходятся свыше 50 тысяч гектаров тундр и болот,

возможность незаметного проникновения на территорию заповедника становится более чем вероятной.

Ещё одним следствием прокладки дорог является коренное преобразование местообитаний различных животных и растений. Хотя при проектировании и прокладке дорог и других коммуникаций все проекты должны проходить экологическую экспертизу, тщательного полевого обследования экологами предлагаемых к строительству трасс, как правило, не происходит. В итоге, помимо прямого уничтожения части биотопов (отсыпки болот и т.п.), происходит и растянутое по времени, негативное воздействие на примыкающие к дорогам различные местообитания. Зачастую проложенные коммуникации перекрывают естественные наземные и подземные водные стоки, вызывая заболачивания и гибель больших участков тундры и лесотундры. Постоянные порывы на топливопроводах (в районах расположения воинских частей, нефтебазы поселков Тикси, Таймылыр, в районе аэропорта с. Кюсюр) приводят к углеводородному загрязнению почвы, а с поверхностными водами нефть попадает в реку Лену, море Лаптевых и озера, нанося большой ущерб флоре и фауне.

Проложенные дороги и грузы, перемещаемые по ним, становятся источником проникновения (инвазии) в фауну и флору различных животных и растений, не свойственных нашему региону. На машинах могут быть привезены семена растений, которые останутся до лета в тундре, а потом вырастут новые растения. Дороги часто становятся коридорами расселения для таких проблемных хищников, как волки, состоящие из членов одной семьи. В промежутке же 2000-2006 гг., с развитием сети дорог, наблюдается устойчивый рост популяции волка в нашем регионе. Причем более половины следов и встреч самих зверей приходится на окрестности коридоров коммуникаций. Этому есть несколько причин. В глухой тайге популяция всегда была малочисленной. Здесь нет богатой кормовой базы и очень трудно передвигаться в длинный зимний период. По накатанным же зимникам, а тем более по дорогам с твердым покрытием, волки легко передвигаются на большие расстояния. Дополнительным привлекающим их фактором служит повышенная численность зайца-беляка в прилегающих к дорогам биотопах. Развитие дорожной сети в окрестностях поселков Булунского района ставит ряд проблем, решение которых требует дополнительных материальных затрат, физических усилий и времени. Следствием прокладки дорог является коренное преобразование местообитаний различных животных и

растений. Хотя при проектировании и прокладке дорог и других коммуникаций все проекты должны проходить экологическую экспертизу, тщательного полевого обследования экологами предлагаемых к строительству трасс, как правило, не происходит. В итоге, помимо прямого уничтожения части биотопов, происходит и длительное, негативное воздействие на примыкающие к дорогам различные местообитания. Зачастую проложенные коммуникации перекрывают естественные наземные и подземные водные стоки, вызывая заболачивания и гибель больших участков тундры.

Выявлены наиболее устойчивые к загрязнению атмосферного воздуха и почв группы растений. Крестовник якутский является типичным придорожным растением, который наиболее часто встречается на обочинах дороги и, наоборот, не был встречен в отдалении от нее. То же касается калужницы, дриады, одуванчика, овсяницы и мятлика.

Выхлопные газы и ядовитый бензопирен оказывают угнетающее воздействие на многие растения вблизи трассы и они погибают. Наиболее выносливыми можно считать щавель якутский, овсяницу, лисохвост, остролодочник, которые произрастают не только вдали, но и в непосредственной близости от дороги.

***Библиографический список***

1. *Тихомиров Б.А*., В.В. Петровский, Б.А. Юрцев. Флора окрестностей бухты Тикси (Арктическая Якутия). Растения Севера Сибири и Дальнего Востока. М.-Л.; «Наука»; 1966 г. Стр. 7 – 38.

2. *Нухимовская Ю.Д*., Т.Н.Смекалова, И.Г.Чухина. Дикорастущие родичи культурных растений в заповедниках России. Кадастр. М-СПб.,2005.85 с.

3. *Якшина И.А*.. Растительность. Летопись природы Усть-Ленского заповедника. Т.20.Тикси, 2008. С.6.

INFLUENCE OF FIELD ROADS ON NATURAL COMPLEXES OF THE TUNDRA

A.Yu.Gukov, I.S.Arsentieva, M.V.Karlova

The Development of road network in vicinity north city and village of Yakutia brings about scolded transformation of animal and plant biotops, aside from direct partial biotops destruction, occurs and long, negative influence on verging to road natural vegetable complexes. Laid communications overlay natural overland and underground water sewers and ruin greater area tundras. The most firm to soiling the atmospheric air by plant is Senecio jakutica, which most often meets on curb of the road. Ditto concerns the marsh marigolds, dryads, dandelion, fescue and meadow grass. Exhaust gases and poisonous benzopyrene render the oppressing influence on many plants near routes and they perish.

The Keywords: biotop, monitoring, phytocenosis, thermoerosion, thermokarst.

УДК 631.618

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ПРОЦЕССОВ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В ЭМБРИОЗЕМАХ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ КУЗБАССА

В.Г. Двуреченский

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН

630099, Российская Федерация, г. Новосибирск, ул. Советская, 18, E-mail: dvu-vadim@yandex.ru

Исследование эмбриоземов техногенных ландшафтов лесостепной зоны Кузбасса, а также зональных почв позволило выявить их генетические различия, которые рассматриваются как диагностический показатель характера, интенсивности и направленности почвенных процессов и эволюции ландшафтов.

Ключевые слова: эмбриоземы; техногенные ландшафты; генезис почв; направленность почвообразования.

**Объекты исследования.** Исследования проводились в техногенных ландшафтах степного ядра лесостепной зоны Кузбасса, образовавшихся в ходе разработки угольных месторождений. Возраст отвалов составляет более 40 лет. В посттехногенный период восстановления растительного и почвенного покрова на данной территории в результате естественного восстановления нарушенных земель сформировался специфический почвенный покров. В составе, развивающегося почвенного покрова, согласно классификации,

© В.Г. Двуреченский, 2010

разработанной сотрудниками лаборатории рекультивации Института почвоведения и агрохимии СО РАН [2], преобладают четыре основных типа эмбриоземов: инициальные, органо-аккумулятивные, дерновые и гумусово-аккумулятивные.

**Результаты и их обсуждение.** В инициальном эмбриоземе органогенных горизонтов нет. Данный тип эмбриоземов более всего подвержен физическому выветриванию, которому способствует открытая поверхность, не защищенная от перепадов температур и процессов высушивания-увлажнения, как в течение суток, так и со сменой сезонов. Инициальные эмбриоземы формируются там, где в составе почвообразующих пород есть большое содержание крупнозема, и на южных склонах отвалов, что, при климатических особенностях данной зоны и особенностях рельефа, вызывает высокую степень ксеромофности, которая выступает основным лимитирующим фактором в формировании данного типа эмбриозема.

Реакция среды эмбриозема практически нейтральная (табл.1). В почвенном профиле какой-либо дифференциации показателя pH не наблюдается. Гумуса в инициальном эмбриоземе нет. Содержание углерода в верхнем слое связано с наличием углистых частиц.

В отличие от инициального эмбриозема, в профиле органо-аккумулятивного эмбриозема степной зоны Кузбасса присутствует органогенный горизонт $A_0$ – подстилка травянистого и древесного опада мощностью до 3см. В этой связи поверхность эмбриозема не имеет прямого контакта с атмосферой. В профиле, хотя и с низкой активностью, начинают проявляться процессы почвообразования. Отмечается, в частности, накопление и синтез органического вещества, формирование окислительно-восстановительной системы [3]. Это отражается и на значениях pH - от слабо-кислой в верхней части профиля до слабо-щелочной в его нижней части.

Емкость катионного обмена снижается до глубины 15см. Глубже происходит его увеличение. Параллельное изменение реакции среды и катионной емкости обмена мелкозема свидетельствует о начале развития в профиле эмбриозема элювиально-иллювиальной дифференциации, чему способствует появление специфических и неспецифических кислот, поступающих из подстилки. Резкие перепады углерода вызваны хаотичным содержанием в профиле углистых частиц.

В дерновом эмбриоземе более чётко проявляется профильная дифференциация минерального субстрата. Появляется биогенный горизонт $A_д$, представляющий собой дернину мощностью до 8см. Его

возникновение активизирует преобразование физических и химических свойств исходного субстрата. За счет большого количества опада травянистой растительности, начинают развиваться процессы накопления и вторичного (педогенного) синтеза органического вещества. Эти процессы преобладают над процессами минерализации и гумификации.

Таблица 1

**Физико-химическая характеристика эмбриоземов техногенных ландшафтов и зональной почвы**

| *Горизонт* | *Глубина, см* | *pH ($H_2O$)* | *Сумма обменных оснований* | *Обменная кислотность* | *Гидролитическая кислотность* | *Емкость катионного обмена* | *$Al_2O_3$ мг/100г почвы* | *C* | *Гумус* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | мг - экв /100г почвы | | | | | % | |
| Эмбриозем инициальный | | | | | | | | | |
| $C_1$ | 0-2 | 7,21 | 51,70 | 0,02 | 4,70 | 36,11 | 1,30 | 4,84 | 8,34 |
| $C_2$ | 2-13 | 7,04 | 39,40 | 0,08 | 2,30 | 25,83 | 2,46 | 1,56 | 2,69 |
| $C_3$ | 13-35 | 7,45 | 41,60 | 0,10 | 1,07 | 27,93 | 3,12 | 1,52 | 2,62 |
| $C_4$ | 35-55 | 7.54 | 30.4 | 0.10 | 1.03 | 24.52 | 3.25 | 1.26 | 2.17 |
| Эмбриозем органо-аккумулятивный | | | | | | | | | |
| $C_1$ | 0-3 | 6,47 | 32,60 | 0,09 | 3,29 | 22,18 | 0,34 | 4,03 | 6,95 |
| $C_2$ | 3-15 | 6,78 | 24,60 | 0,12 | 1,96 | 12,37 | 2,16 | 0,75 | 1,29 |
| $C_3$ | 15-30 | 7,27 | 29,60 | 0,16 | 1,49 | 15,19 | 3,00 | 2,44 | 4,21 |
| Эмбриозем дерновый | | | | | | | | | |
| $A_д$ | 0-8 | 6,70 | 41,80 | 0,02 | 2,74 | 33,49 | 0,35 | 6,21 | 10,71 |
| $C_1$ | 8-20 | 7,25 | 62,40 | 0,17 | 5,49 | 43,66 | 0,24 | 3,43 | 5,91 |
| $C_2$ | 20-30 | 7,54 | 63,70 | 0,12 | 1,25 | 45,73 | 2,14 | 3,68 | 6,34 |
| $C_3$ | 42-55 | 7,64 | 64,50 | 0,12 | 0,99 | 27,14 | 2,56 | 1,21 | 2,09 |
| Эмбриозем гумусово-аккумулятивный | | | | | | | | | |
| $A_д$ | 0-2 | 7,06 | 62,90 | 0,16 | 2,20 | 40,03 | 0,08 | 7,95 | 13,71 |

Окончание табл. 1

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $A_1$ | 2-10 | 6,83 | 57,30 | 0,95 | 2,20 | 31,23 | 0,89 | 4,58 | 7,90 |
| $A_1C$ | 10-20 | 7,50 | 51,51 | 1,00 | 1,07 | 28,44 | 0,54 | 2,30 | 3,97 |
| $C_1$ | 35-45 | 7,75 | 28,98 | 1,24 | 0,83 | 17,33 | 1,33 | 0,33 | 0,57 |
| $C_2$ | 55-65 | 7,71 | 33,60 | 1,15 | 1,10 | 16,98 | 1,67 | 0,32 | 0,55 |
| Зональная почва (выщелоченный чернозем) | | | | | | | | | |
| A | 0-22 | 6,7 | 45,40 | 0,14 | 2,40 | 57,90 | 2,16 | 4,75 | 8,17 |
| AB | 22-45 | 6,4 | 41,10 | 0,18 | 2,60 | 49,70 | 2,07 | 5,24 | 9,01 |
| $B_1$ | 55-65 | 6,3 | 34,80 | 0,85 | 1,45 | 34,70 | 2,14 | 2,89 | 4,97 |
| $C_1$ | 70-80 | 6,7 | 31,70 | 1,12 | 1,24 | 31,20 | 2,04 | 0,31 | 0,53 |
| $C_2$ | 80-100 | 6,9 | 6,00 | 1,25 | 0,96 | 6,70 | 3,00 | 0,24 | 0,41 |
| $C_3$ | >100 | 8,0 | 7,80 | 1,25 | 1,12 | 7,30 | 2,56 | 0,28 | 0,48 |

Значения pH в дерновом эмбриоземе постепенно изменяются с глубиной от слабо-кислой реакции в горизонте $A_д$ до слабо-щелочной в нижней части профиля. Емкость катионного обмена незначительно увеличивается с глубиной, затем, на глубине 55см, резко падает, что отражает, прежде всего, неоднородность гранулометрического и вещественного состава мелкозема. Количество углерода с глубиной снижается. Причем в мелкозёме горизонта $A_д$ содержание углерода в 2 , в 3 раза больше, чем в нижележащих. Таким образом, несмотря на присутствие углистых частиц и детрита, которые вносят свою долю в содержание в дерновом горизонте органического вещества, можно утверждать, что элементарные почвообразовательные процессы в этом эмбриоземе развиваются более результативно, чем в предыдущих случаях. Однако из-за сильной каменистости пород диагностируются они с трудом. Хотя и здесь интенсивнее всего процессы почвообразования проходят в органогенном горизонте. С глубиной эти процессы либо сильно замедляются, либо останавливаются. Проявляется действие лимитирующих факторов – ксероморфизма и сильной каменистости пород.

Эмбриоземы гумусово-аккумулятивные – эволюционно развитые почвенные образования техногенных ландшафтов лесостепной зоны Кузбасса. Они обладают развитым профилем, в котором вместе с дерниной морфологически выделяется и гумусово-аккумулятивный горизонт ($A_1$). Эта дифференциация свидетельствует о глубокой степени трансформации почвообразующего субстрата под воздействием процессов разложения и синтеза органического вещества.

Реакция среды гумусово-аккумулятивного эмбриозема в гумусовом горизонте $A_1$ – слабо-кислая. В глубине профиля, как и в

дерновом эмбриоземе, несколько подщелачивается. Емкость катионного обмена с глубиной, как и количество углерода, снижается. Это свидетельствует об интенсивных процессах минерализации и гумификации органического вещества в гумусово-аккумулятивном горизонте и уменьшением интенсивности этих процессов с глубиной.

Зональными автоморфными почвами элювиальных позиций естественных ландшафтов степного ядра лесостепной зоны Кузбасса являются выщелоченные черноземы, которые характеризуются интенсивным процессом гумусонакопления, слабовыраженным элювиальным процессом и высоким расположением карбонатов в почвенном профиле.

Выщелоченные черноземы отличаются высокой емкостью поглощения. Реакция среды изменяется от слабо-кислой в верхних горизонтах до нейтральной и слабо-щелочной в карбонатных. Содержание гумуса в верхнем слое (0-20см) достигает 8%. В распределении гумуса наблюдается постепенное уменьшение его содержания с глубиной, что подчеркивает теснейшую связь гумусообразования с распределением корневых систем травянистой растительности.

**Заключение.** Поскольку эмбриоземы лесостепной зоны Кузбасса являются естественно-историческими образованиями, то их генетические признаки должны контролироваться особенностями зональных факторов почвообразования, и, соответственно, сравниваться с зональными автоморфными почвами.

Общеизвестно, что главным морфологическим признаком черноземов выщелоченных является гумусово-аккумулятивный горизонт (запасы в нем гумуса, мощность и т.д.). Мощность этого горизонта, при прочих равных условиях, контролируется климатическими особенностями почвенной (Западно-Сибирской) фации и составляет около 40см. В этом же слое сосредоточено более 80% всей корневой массы. В эмбриоземах же, расположенных, как и черноземы, в автоморфных позициях, мощность гумусово-аккумулятивного горизонта не превышает нескольких сантиметров. В этой же толще сосредоточена и основная масса корней. Иными словами, мощности гумусово-аккумулятивных горизонтов выщелоченного чернозема и эмбриозема несопоставимы!

Кроме того, в черноземах нижняя граница гумусово-аккумулятивного горизонта обычно расплывчата, в эмбриоземах она

резкая. Следовательно «захват» толщи почвообразующей породы корневой системой в эмбриоземах затруднен.

Таким образом, выделяются четыре основных различия между зональными выщелоченными черноземами и эмбриоземами техногенных ландшафтов в генетическом контексте:

1. В выщелоченных черноземах, сформированных на лессовидных суглинках, в зависимости от степени выщелоченности, на определенной глубине формируется карбонатный горизонт, или карбонатный пояс. Источником карбонатов является материнская порода – лессовидный суглинок, в котором исходно присутствуют карбонаты кальция. При почвообразовании, с помощью пульсирующего водного режима, карбонаты кальция мигрируют внутри почвообразующей толщи и на определенной глубине оседают, в зависимости от гидротермических условий данной зоны, в виде либо мучнистой присыпки, либо псевдомицелия.

В эмбриоземах, которые также формируются в автоморфных условиях, при том же количестве осадков: во-первых, породы не содержат карбонатов, поэтому передвигаться по профилю нечему; во-вторых, породы сильно каменистые. Из-за этого водный режим в принципе не может быть пульсирующим, а только нисходящим, промывным, с низкой водоудерживающей способностью. Поэтому, эмбриоземы, даже на поздней стадии эволюции (гумусово-аккумулятивной), относятся к промытым почвам или к промытым черноземам степного ядра Кузбасса.

2. В выщелоченных черноземах между нижней границей гумусово-аккумулятивного горизонта и верхней границей карбонатного пояса существует зона выщелачивания, являющаяся подтиповым диагностическим признаком. В профилях эмбриоземов техногенных ландшафтов такой зоны нет, а есть сплошная зона выщелачивания и промывания.

3. На первый взгляд создается впечатление, что по емкости катионного обмена мелкозем эмбриоземов не уступает выщелоченным черноземам. Однако, это совпадение внешнее. В выщелоченных черноземах емкость катионного обмена в верхних горизонтах обеспечивается преимущественно гумусовыми веществами, а в нижних горизонтах, главным образом, илистыми фракциями. В мелкоземе эмбриоземов емкость катионного обмена поддерживается на достаточно высоком уровне хаотичным распределением в толще субстрата углистых частиц, которые сами по себе являются хорошими

катионообменниками. Иными словами, генезис формирования и внутрипочвенной дифференциации емкости катионного обмена в этих почвах принципиально различен.

4. Реакция среды у выщелоченных черноземов дифференцирована по профилю. В верхних и нижних горизонтах она слабо-кислая, а в карбонатном горизонте, переходя через границу нейтральной, становится слабо-щелочной. В профиле эмбриоземов наблюдается более сложная ситуация. Если в инициальном эмбриоземе, из-за отсутствия органического вещества, вся толща субстрата нейтральная, то в дерновом и гумусово-аккумулятивном эмбриоземах в горизонте, где развиваются биологические процессы, в зоне корнеобитания, наблюдается подкисление реакции среды.

В связи с этим заметим, что в выщелоченных черноземах кислая реакция обеспечивается специфическими и неспецифическими органическими кислотами. В инициальном эмбриоземе таких веществ нет, и реакция среды поддерживается за счет угольной кислоты, попадающей из атмосферы. В органогенных горизонтах других типов эмбриоземов, там, где появляется органическое вещество, реакция среды поддерживается органическими кислотами, поступающими в ходе биологического круговорота.

**Вывод.** По основным химическим и физико-химическим свойствам генетические различия между эмбриоземами и зональной почвой весьма существенны и определяются двумя главными факторами:

1. Ксероморфностью, обусловленную высокой каменистостью;
2. Дефицитом илистой фракции в мелкоземе.

По этим причинам в степной зоне зональная направленность процессов почвообразования практически не выражена и эмбриоземы степного ядра Кузбасса следует считать азональными образованиями. При этом наиболее развитые в эволюционном отношении гумусово-аккумулятивные эмбриоземы в настоящее время находятся в метастабильной климаксной фазе. Азональность эмбриоземов приводит к появлению в степном ядре лесостепной зоны новых экологических систем с рядом отличительных особенностей от зональных. Эти отличия позволяют считать техногенные ландшафты лесостепной зоны Кузбасса экоклином [1].

***Библиографический список***

1. *Курачев В.М.*, Теоретические и практические проблемы рекультивации нарушенных земель и современные способы их решения // Сиб. экол. журн., 1998, №6, с. 509-515.

2. *Курачев В.М.*, Андроханов В.А., Классификация почв техногенных ландшафтов // Сиб. экол. журн., 2002, №3, с. 255-261.

3. *Соколов Д.А.*, Окислительно-восстановительные процессы в почвах техногенных ландшафтов // Автореф. дис. … канд. биол. наук, 2009, с. 3-17.

## USE OF PHYSICAL AND CHEMICAL METHODES FOR GENETIC DIAGNOSTICS OF SOIL FORMATION PROCESSES IN EMBRYOZEMS OF THE KUZBASS FOREST-STEPP ZONE TECHNOGENIC LANDSCAPES.

V.G. Dvurechenskiy

Research of embryozems of the technogenic landscapes of a forest-steppe zone of the Kuznetsk Basin and zone soils allowed revealing the genetic distinctions which are essential. In turn, this is considered as the diagnostic parameter of the character, intensity and orientation of soil processes and evolution of the landscapes.

Key words: embryozems; technogenic landscapes; genesis of soils; an orientation of soil formation.

УДК 630*231

# ВСТРЕЧАЕМОСТЬ ПОРОКОВ В ПРОИЗВОДНЫХ БЕРЕЗОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

С.А. Демиденко
Институт экологических проблем Севера УрО РАН, 163000,
г.Архангельск, наб. Сев.Двины, 23, e-mail: sergdemidenko@gamil.com

В статье приведены результаты изучения распространения пороков формы ствола в производных березовых древостоях Архангельской области. Полученные данные представлены в виде таблицы с распределением по районам и типам леса. Необходимо отметить, что влияние экологических факторов впервые учитывается при проведении подобных исследований.

Ключевые слова: пороки формы ствола; производные древостои; товарность; сортиментная структура.

В результате длительной и интенсивной эксплуатации наиболее ценные хвойные леса быстро истощаются. На вырубках происходит смена пород на лиственные, в основном, на березу и осину.

Таблица 1

**Динамика площади березняков Архангельской области по данным учета лесного фонда**

| *Область* | *Показатели на момент учета* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *1966г.* | | | *2009г.* | | |
| | *Лесопокрытая площадь, тыс.га* | *Площадь березняков* | | *Лесопокрытая площадь, тыс.га* | *Площадь березняков* | |
| | | *тыс.га* | *%* | | *тыс.га* | *%* |
| Архангельская | 19325,0 | 1959,6 | 10,1 | 21831,0 | 4798,1 | 21,9 |

Площадь лесов с преобладанием в составе лиственных пород, в Архангельской области, примерно равна 13,5 млн. га (23,3%) покрытой лесом площади, из них на долю березняков приходится 86% (по данным ВГУП «Рослесинфорг Архангельская экспедиция»). Примерно 2/3 вырубок возобновляется с преобладанием лиственных пород. В связи с интенсивным увеличением площади березовых лесов необходимо всестороннее их изучение в условиях Севера [5].

Среди важнейших видов воздействий на таежные экосистемы можно назвать рубки леса, лесные пожары. Каждый из видов хозяйственной деятельности в каждом конкретном случае может приводить к совершенно различным последствиям, вызывать совершенно разную степень нарушения естественных процессов в

© С.А. Демиденко, 2010

лесных экосистемах и разные по характеру и интенсивности восстановительные процессы. Однако, любое достаточно интенсивное хозяйственное вмешательство человека в жизнь естественных лесных экосистем приводит к нарушению происходящих в них естественных процессов развития древесного яруса и смены поколений деревьев. Типы лиственных лесов являются производными. В отличие от хвойных пород березовые древостои имеют большое количество разнообразных пороков, в результате этого сортиментация березы затруднена, а выход деловых сортиментов из стволов сильно варьирует.

Проведенные в этом направлении исследования натолкнулись на серьезные трудности, препятствующие практическому применению автоматической дефектоскопии древесины. К таким трудностям относятся неоднородность древесины, нестабильность ее физико-механических свойств.

Цель исследований – изучение встречаемости пороков формы ствола и определение сортиментной структуры в производных березовых древостоях северной подзоне тайги.

Существует целый ряд классификаций пороков древесины. Принцип их построения соответствует тем задачам, которые выполняет та или иная классификация. Исследуемые пороки классифицировались по ГОСТу 2140-81 [1], рассматривалась группа пороков, возникающая на растущем дереве.

Закладка пробных площадей производилась согласно ОСТа 56-69-83. Исследуемые объекты располагаются в следующих лесничествах области: Обозерское, Приморское, Холмогорское, а также на территории Пинежского Государственного заповедника.

Таблица 2

**Редукционные числа наименьших и наибольших высот березы**

| *Источник* | *С преобладанием березы* | *Чистые березняки* | *Тюрин* | *Третьяков* | *Шиффель* | *Левин* | *Давидов* | *Неволин* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $R_{min}$ | 0,62 | 0, 69 | 0,80 | 0,68 | 0,68 | 0,69 | 0,72 | 0,70 |
| $R_{max}$ | 1,36 | 1,28 | 1,15 | 1,15 | 1,14 | 1,16 | 1,19 | 1,20 |

Обработка опытных данных выполнялась по общепринятой методике, в которой обобщен многолетний опыт коллектива кафедры

лесной таксации и лесоустройства АЛТИ-АГТУ-С(А)ФУ, а также рекомендации других исследователей. Изучение строения березовых древостоев по высоте производилось посредством нахождения редукционных чисел. Редукционные числа характеризуют связь высоты деревьев с положением деревьев в насаждении. Наиболее важно выявить связи минимальной, средней и максимальной высот древостоя.

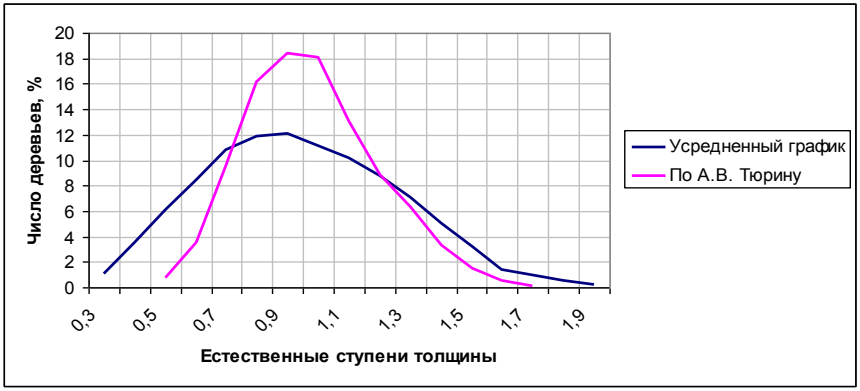



**Рис. 1. Усредненный график распределения деревьев по естественным ступеням толщины**

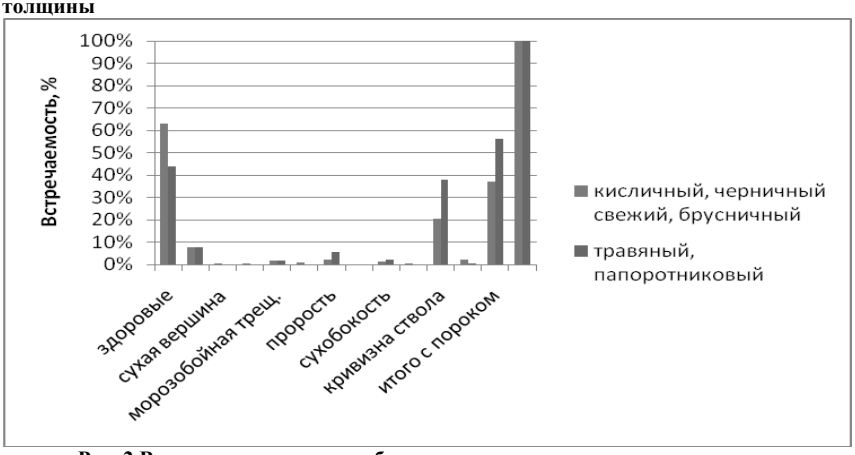



**Рис. 2 Встречаемость пороков березы по видам и по группам типов леса**

Распределение высот в исследуемых березовых насаждениях имеет более широкий диапазон по сравнению с распределениями,

представленными Тюриным, Третьяковым, Левиным, Шиффелем, Давидовым и Неволиным. Поэтому наименьшая высота заметно ниже, а наибольшая - выше заявленных значений. Данные разногласия можно объяснить тем, что значения редукционных чисел, за исключением приведенных О.А. Неволиным, общие для разных пород, не учитывающие характерные особенности чистых березовых насаждений.

Для сравнения с общим распределением деревьев по естественным ступеням толщины построена кривая распределения деревьев, усредненная для всех проб с одинаковыми условиями местопроизрастания и составом (рисунок 1).

В сравнении с общим распределением деревьев по естественным ступеням толщины А.В. Тюрина, исследуемые березовые древостои имеют более широкий диапазон диаметров стволов, вследствие чего деревья распределены более равномерно по ступеням толщины и не наблюдается резкого увеличения их количества в области средних значений диаметра (рисунок 1).

Встречаемость пороков в группе типов леса травяный, папоротниковый (далее по тексту ТП) в 1,5 раза выше, чем в группе типов леса черничный, брусничный (далее по тексту ЧБ). Процент стволов с пороком – кривизна ствола – в 1,8 раза больше в группе типов леса ТП, чем в группе типов леса ЧБ.

По данным исследования в группе типов леса ТП выход деловой древесины будет значительно меньше, чем в ЧСБ, в связи с увеличением числа деревьев с пороками, в частности кривизны ствола.

Возникновение чистых лиственных лесов на месте вырубаемых ельников и сосняков, с хозяйственной точки зрения, явление отрицательное, так как при условии применения соответствующих мер здесь могли бы быть созданы сосновые или лиственно-еловые леса. Однако в условиях, где хозяйство не способно в больших объемах выполнять такие меры, естественное поселение даже одних лиственных пород позволяет облесить вырубки, хотя это не лучший возможный вариант.

***Библиографический список***

1. *ГОСТ 2140-81*. Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения. М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1982.
2. *Неволин О.А*. Основы хозяйства в высокопродуктивных сосняках Севера. / О.А. Неволин Архангельск: Северо Западное книжное издательство, 1969. – 104с.
3. *ОСТ 56-69-83*. Пробные площади лесоустроительные. Метод закладки. М.: Центральное бюро научно-технической информации Гослесхоза СССР, 1984.
4. *Сортиментные* и товарные таблицы для березовых и осиновых древостоев северной, средней и южной подзон тайги в пределах Архангельской, Вологодской и Пермской областей, Коми и Карельской республик / Архангельский институт леса и лесохимии (АИЛиЛХ). – М.: Типография АО НПП «Сапфир», 1996. – 88с.
5. *Чупров Н.П.* Березняки Европейского Севера России / Н.П. Чупров. - Архангельск: СевНИИЛХ, 2008.-386с.

## OCCURRENCE OF DEFECTS IN SECONDARY FORMATION BIRCH STANDS IN ARKHANGELSK AREA.

Demidenko S.A.

The article states the results of studying the influence of ecological factors on distribution of defects form of trunk at birch forest stands at the northern subzone of taiga in Arkhangelsk area. Finding data was presented in table with distribution by different district and forest types. It is necessary to note, that influence of ecological factors is considered for the first time at carrying out of similar researches.

Key words: defects of tree form; merchantable structure; assortment structure.

УДК 504.53.06 (476)

# ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В УСЛОВИЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ (ПО МАТЕРИАЛАМ ОЦЕНОЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ТЕРРИТОРИЙ ПЛАНИРУЕМОЙ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ)

А.Л. Демидов, Н.А. Кульбеда, Ю.П. Чубис
Республиканское научно-исследовательское унитарное предприятие «БелНИЦ «Экология», 220095, г. Минск, ул. Г. Якубова, 76, e-mail: PromEco@tut.by.

Отмечен рост нагрузки на окружающую природную среду Республики Беларусь в условиях сельскохозяйственного производства. На основе результатов почвенно-геохимической съемки территорий планируемого строительства и зоны воздействия эксплуатируемых животноводческих объектов проанализировано существующее загрязнение почвенного покрова и определены возможные его изменения.

Природная среда; почвенный покров; сельскохозяйственное использование; загрязнение; тяжелые металлы.

В структуре земельного фонда Республики Беларусь на сельскохозяйственные земли приходится 43% общей площади земель. В современных условиях интенсификации сельскохозяйственного производства, строительства крупных животноводческих объектов усиливается антропогенное воздействие на окружающую природную среду в сельскохозяйственных районах, что проявляется в нарушении состояния ее компонентов, в первую очередь – почвенного покрова. Антропогенное воздействие связано с избыточным внесением или нарушением сроков внесения органических, минеральных удобрений, средств защиты растений. К настоящему времени почвенный покров сельскохозяйственных земель республики претерпел определенную трансформацию. Широкомасштабная и интенсивная осушительная мелиорация, проводимая с 1965 по 1975 год обусловила изменение направленности и режимов почвообразовательного процесса. В результате интенсивного известкования кислых почв пахотные земли республики имеют в основном слабокислую или близкую к нейтральной реакцию среды. Средневзвешенная величина pH (в KCl) на пашне составляет 5,98 [1].

Вместе с тем, в настоящее время в республике происходит активное строительство крупных животноводческих комплексов, под которые отводятся сельскохозяйственные земли. Концентрация на

© А.Л. Демидов, Н.А. Кульбеда, Ю.П. Чубис, 2010

ограниченных площадях многотоннажных отходов животноводства, несоблюдение регламента использования животноводческих стоков в качестве удобрений на поля, а также эксплуатации полей фильтрации, недостаточно очищенные сточные воды – все это увеличивает риск трансформации уже преобразованной природной среды.

В рамках выполнения предусмотренных законодательством работ по оценке воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной деятельности (ОВОС) было изучено состояние природной среды территорий – зон потенциального воздействия планируемых хозяйственных объектов: строительства птицефабрики в н.п. Тихиничи (Рогачевский район), свинокомплекса в н.п. Кунторовка (Ветковский район), птицефабрики при д. Богрицовщина (Дзержинский район), а также территорий, находящихся в зоне воздействия существующих животноводческих объектов: свинокомплекса в н.п. Староселье (Шкловский район), птицефабрики РУСПП «1-ая Минская птицефабрика» (Минский район).

Исследованные территории расположены в пределах водноледниковых на дерново-подзолистых почвах, моренно-зандровых на дерново-палево-подзолистых почвах ландшафтов. Только территория зоны воздействия свинокомплекса в н.п.Староселье – в пределах лессовых дренированных на дерново-палево-подзолистых почвах. Исследованные территории представлены, в основном, землями сельскохозяйственного назначения: пахотными, луговыми, а также землями под постоянными культурами. Территории удалены от крупных промышленных объектов и урбанизированных районов более, чем на 10 км и расположены вне зон воздействия интенсивных транспортных потоков.

На каждой территории для целей оценки состояния природной среды выполнялась почвенно-геохимическая съемка. Результаты проведенных анализов почвенных проб (таблица), позволяют выявить некоторые закономерности распространения тяжелых металлов на обследованных территориях.

Содержание меди, никеля и цинка в почвах Рогачевского, Ветковского и Дзержинского районов невысокое, средние показатели меньше кларка. Максимальные концентрации значительно превышают кларк по меди и цинку только в Дзержинском районе, что объясняется различием в механическом составе почв районов. В Ветковском и Рогачевском районах преобладают супесчаные почвы, тогда как для Дзержинского – характерны суглинистые. Почвы же более легкого

механического состава характеризуются низкой поглотительной способностью и намного слабее удерживают тяжелые металлы. Показатели концентрации никеля и цинка в Минском и Шкловском районе превышают их содержание в Дзержинском. Так максимальная концентрация никеля в 1,47 раза превышает кларк (Шкловский р-н), а средняя концентрация цинка в 1,29 раза больше кларка (Минский р-н). Значительно увеличивается и число проб с превышением кларка: от 0 % до 31 % по никелю и от 4 % до 63 % по цинку. Значительно возросло отношение средних концентраций этих элементов к ПДК, а максимальных по цинку в обоих, а по никелю в Шкловском районе превысило 1.

Отношения средних концентраций в отобранных пробах свинца и марганца к кларку по всем районам не менее 0,98. И здесь выделяется в первую очередь Шкловский район, где указанное отношение достигает 2,7 (марганец). В то же время возрастает процент проб с превышением кларка в том же Шкловском и в Минском районах и приближается к 80 – 100 %. Превышение ПДК зафиксировано только по свинцу в Шкловском районе.

Таким образом, можно сделать следующие выводы. На землях сельскохозяйственного использования характерно повышенное содержание в почвах свинца и марганца.

Возможными источниками поступления марганца, а также никеля, меди и цинка в почвы сельскохозяйственных угодий являются несоблюдение регламента внесения минеральных удобрений, а также применение пестицидов. С последними, зачастую, связывают наличие в почве свинца. Заметное количество цинка поступает в почву с известковыми материалами.

В то же время при строительстве на данных территориях животноводческих объектов содержание свинца и марганца заметно возрастает, увеличивается и площадь, подверженная загрязнению. Кроме того, возможно увеличение концентраций и таких элементов, как никель и цинк. Необходимо отметить, что превышение ПДК при этом незначительное и фрагментарное. Повышение концентраций в почвенном покрове марганца, а также цинка связывают, в первую очередь, с отходами животноводства и стоками животноводческих предприятий.

Таблица.

**Параметры распределения содержания валовых форм тяжелых металлов в почве исследуемых территорий**

| *Определяемый элемент* | *Показатели** | *Рогачевский район* | *Ветковский район* | *Дзержинский район* | *Минский район* | *Шкловский район* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Pb | концентрация/ ПДК | 0,37<br>0,51 | 0,41<br>0,67 | 0,58<br>0,77 | 0,46<br>0,63 | 0,60<br>3,03 |
| | концентрация/ кларк | 0,98<br>1,37 | 1,08<br>1,78 | 1,55<br>2,05 | 1,24<br>1,69 | 1,60<br>8,07 |
| | % проб с превышением кларка | 55 | 50 | 85 | 75 | 98 |
| Cu | концентрация/ ПДК | 0,15<br>0,26 | 0,14<br>0,28 | 0,26<br>0,89 | 0,23<br>0,40 | 0,26<br>0,63 |
| | концентрация/ кларк | 0,37<br>0,67 | 0,35<br>0,72 | 0,65<br>2,27 | 0,59<br>1,03 | 0,65<br>1,60 |
| | % проб с превышением кларка | 0 | 0 | 15 | 6 | 4 |
| Ni | концентрация/ ПДК | 0,35<br>0,63 | 0,31<br>0,44 | 0,32<br>0,53 | 0,35<br>0,50 | 0,81<br>1,47 |
| | концентрация/ кларк | 0,35<br>0,63 | 0,31<br>0,44 | 0,32<br>0,53 | 0,35<br>0,50 | 0,81<br>1,47 |
| | % проб с превышением кларка | 0 | 0 | 0 | 0 | 31 |
| Mn | концентрация/ ПДК | 0,17<br>0,24 | 0,28<br>0,54 | 0,22<br>0,43 | 0,22<br>0,49 | 0,44<br>0,73 |
| | концентрация/ кларк | 1,05<br>1,48 | 1,73<br>3,30 | 1,34<br>2,60 | 1,34<br>3,0 | 2,70<br>4,43 |
| | % проб с превышением кларка | 66 | 79 | 62 | 84 | 98 |
| Zn | концентрация/ ПДК | 0,33<br>0,71 | 0,30<br>0,69 | 0,41<br>0,83 | 0,82<br>2,64 | 0,60<br>1,98 |
| | концентрация/ кларк | 0,52<br>1,11 | 0,48<br>1,09 | 0,64<br>1,30 | 1,29<br>4,15 | 0,94<br>3,10 |
| | % проб с превышением кларка | 4 | 2 | 4 | 63 | 24 |

* - в числителе приводится отношение средней концентрации к ПДК и кларку соответственно, в знаменатели – максимальной. Кларки химических элементов – по [2].

При этом, необходимо принимать во внимание, что повышенные концентрации тяжелых металлов в почвенном покрове формируются не только за счет наличия антропогенных источников, но и

обуславливаются геохимическими условиями природной среды. Так, повышение содержания цинка, никеля и свинца на изучаемых территориях может быть связано со щелочными радиальными барьерами. Повышенные концентрации марганца могут формироваться на окислительных барьерах. Смена кислой и слабо кислой среды на щелочную, как и обратный переход к более окислительным условиям возникает при неравномерном внесении на сельскохозяйственные земли известковых материалов. Повышенные концентрации тяжелых металлов, выявленные в пробах, отобранных на границах пахотных угодий и лесных фитоценозов, могут быть объяснены латеральными барьерами, формирующимися на границах фаций. Именно в близи границ обрабатываемых земель часто выявляются не перепаханные объемы минеральных удобрений.

Таким образом, общие закономерности, выявленные для исследованных территорий, расположенных в различных природных условиях, могут быть спроецированы на сельскохозяйственные регионы республики в целом и позволяют утверждать о наличии негативных антропогенных процессов и их проявлении в состоянии природной среды и ее компонентов. А выявленные изменения состояния почвенного покрова могут служить объективным показателем состояния природной среды в целом.

Проблемы антропогенного воздействия на природную среду республики при современном интенсивном развитии агропромышленного комплекса с экспортной ориентацией становятся все более актуальными, требующими пересмотреть практику территориальной концентрации крупных животноводческих комплексов.

### *Библиографический список*

1. *Природная* среда Беларуси / Ин-т пробл. использования природ. ресурсов и экологии НАН Беларуси; под ред. В.Ф. Логинова. Мн.: НОООО «БИП-С», 2002. 424 с.

2. *Петухова Н.Н., Феденя В.М., Матвеева В.И.* Оценка загрязнения почв Республики Беларусь тяжелыми металлами // Природные ресурсы. 1996. № 1. С. 20–22.

TOPSOIL POLLUTION IN CONDITIONS OF AGRICULTURAL USE (BY MATERIALS OF EVALUATION RESEARCH OF NATURAL ENVIRONMENT STATE ON THE TERRITORY OF PLANNED ECONOMICAL ACTIVITY)

A.L. Demidov, N.A. Kulbeda, Y.P. Chubis
Republican research Unitary Enterprise «Belarusian Research Centre «Ecology», 220095, Minsk, Str. G. Yakubova, 76, e-mail: PromEco@tut.by.

Load increment on Republic of Belarus environment in conditions of agricultural industry was established. Existing pollution of topsoil was analyzed and probable change of its state was determined under results of soil-geochemical survey of the area of planned building and influence zone of exploited stockbreeding complexes.

Keywords: Natural environment; topsoil; agricultural use; pollution; heavy metals.

УДК 581.5:502.7

# НАКОПЛЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЯХ В ЗОНЕ ДЕЙСТВИЯ ЦЕМЕНТНЫХ ЗАВОДОВ АРМЕНИИ

О.А. Джугарян
Центр эколого-ноосферных исследований
Национальной Академии наук Республики Армения
0025, Ереван, ул.Абовяна 68, e-mail: ecocentr@sci.am

Аккумулятивная способность древесно-кустарниковых растений к накоплению цементной пыли послужила основой для разработки фитофильтра в зоне техногенеза цементных заводов в гг.Раздане и Арарате Армении.

Ключевые слова: техногенез; цементная пыль; древесные растения; фитофильтр.

Потребление обществом природных ресурсов достигло огромных масштабов, что диктует широкомасштабное изучение глобальных антропогенных изменений в среде обитания и внедрение новых технологий сохранения и улучшения среды обитания. Оптимальным и доступным в современных условиях качеством среды следует признать такое состояние, которое не вызывает ощутимых нарушений в функционировании организмов, экосистем, биогеохимических циклов биосферы и, следовательно, обеспечивает устойчивость и оптимальное существование и развитие биоты и биосферы в целом.

Пыль цементных производств в среднем содержит 30-40% извести, 15-20% кремниевой кислоты, а также 5-15% серы и некоторое

© О.А. Джугарян, 2010

количество железа и алюминия. Наиболее опасна для растений пыль, содержащая ди-, трисиликаты кальция. В этом случае на поверхности листьев растений при высокой влажности воздуха может образоваться цементная корка, имеющая разную морфологическую структуру и представляющая собой коллоидный гидрат силиката кальция. При его кристаллизации высвобождается насыщенный и перенасыщенный раствор $Ca(OH)_2$ – сильный щелочной яд с pH 12 (1, 3, 4, 5).

В Разданском и Араратском цементных заводах вырабатываются портланд и пунцолаковые цементы, которые относятся к группе гидравлических вяжущих веществ (2).

В клинкере, цементе и пыли нет кадмия, кобальта и хрома. Свинец содержится в цементе г.Раздана и пыли г.Арарата (2).

Цементные заводы расположены в разных климатических зонах Армении – Разданский в горной зоне на высоте 1600-1700 м н.ур.м, Араратский – в полупустынной зоне Араратской долины на высоте 800 м н.ур.м. Рядом с Разданским цементным заводом расположена Разданская ТЭС, работающая на газе и мазуте.

Методы исследований

Экспериментальные исследования проводились методом полевых, камеральных работ, вегетационными опытами и лабораторными агрохимическими анализами почвенных и растительных образцов газопылеустойчивость растений и отбор ассортимента газопылеустойчивых растений изучались методом оценки различных симптом поражения ассимиляционных органов растений. Пыль определялась по методу, предложенному Г.М.Илькуном (3).

Этот метод дает удовлетворительные сравнительные результаты.

Нами определялось содержание тяжелых металлов в древесно-кустарниковых растениях. Пробы брались на расстоянии 0-5 км, контроль 30 км. Тяжелые металлы определялись атомно-абсорбционным фотометром марки “Сатурн”.

Результаты

По многолетним данным экспериментальных работ (1978-1998, 2005-2008гг.) древесно-кустарниковые растения зоны техногенеза г.Раздан накапливают тяжелые металлы в среднем а 5-6 раз, а в Арарате в 3 раза больше, чем в контроле. Содержание микроэлементов по отдельным ингредиентам составляет: Раздан – Cu – 24.6-19.8; Zn – 27.8-14.1; Pb – 23.1-11.7; Ni – 11.5-9.3; Fe – 406-290; Mn – 136.0-123.5. Арарат: Cu – 24.4-18.3; Zn – 17.6-14.3; Pb 25.3-16.8; Ni – 5.8-4.6: Fe – 860-750; Mn – 320-255 мг/кг. Следует отметить, что в древесных

растениях г.Раздан по сравнению с г.Араратом наблюдается повышенное содержание Zn и Ni. В Раздане наблюдается повышенное содержание Fe и Mn. По остальным ингредиентам количество почти равное.

По видовому составу древесные растения аккумулируют металлы в следующей последовательности: Раздан – ясень обыкновенный (30.4) > сирень обыкновенная (28.6) > ива белая (28.2) > робиния лжеакация (27.5) > вяз перистоветвистый (26.8) > тополь пирамидальный (26.7), Арарат - ясень обыкновенный (19.9) > сирень обык5новенная (19.8) > вяз мелколистный (19.3) > робиния лжеакация (19.2) > клен ясенелистный (18.6), тополь пирамиданый (18.2) > ива белая (15.1).

Способность растений к пылезадержанию является важным условием очистки воздуха от различных аэрозолей и представляет интерес с санитарно-гигиенической точки зрения.

Нами было изучено около 40 видов древесно-кустарниковых растений на предмет осаждения листовой поверхностью пылевых частиц. В работе приводятся данные накопления цементной пыли на листьях следующих растений: ясень обыкновенный, робиния лжеакация, тополь пирамидальный, вяз перистоветвистый, ива белая, дуб восточный, сирень обыкновенная, лох серебристый, клен американский. Листья брали с разных сторон кроны с соблюдением предосторожности против потери пыли.

Высокий уровень запыленности листьев растений отмечен на территории и окрестности заводов на расстоянии до 5 км. Так, на территории Араратского и Разданского цементных заводов (0.5-1 км) содержание пыли на листьях колеблется в пределах 55.00-31.16; 47.20-22.79 г/м$^2$. На удалении 2-3 км в Арарате уровень пыли остается высоким и составляет 54.18-30.22 г/м$^3$, а в Раздане на расстоянии 2-3 км наблюдается некоторое снижение содержания пыли – 35.17-14.36 г/м$^3$. На участке 5 км от завода в Раздане содержание пыли уменьшается до 17.60-14.40 г/м$^3$, в Арарате составляет 35.00-23.80 г/м$^3$, т.е. в 2.0-2.5 раза больше, чем в Раздане.

Проанализировав состояние растений вокруг цементных заводов и количественные данные накопления листьями цементной пыли (фитоиндикация), мы разделили территорию техногенеза на зоны сильного, среднего и слабого воздействия цементной пыли, что конкретизировало подбор ассортимента пылеустойчивых растений для озеленения промплощадок и прилегающих к заводам территорий. Для г.Раздана – зона сильного загрязнения 0-2 км, среднего – 2-3 км, слабого

– 3-5км; для г.Арарата - сильного – 0-3 км, среднего – 3-5 км, слабого – 5-7 км (10 км). Повышенный ареал распространения пыли в Арарате связан с равнинной местностью, сильными летними горно-долинными ветрами, которые сносят пыль на более дальние расстояния.

Нами подсчитано, что выпадение пыли не должно превышать 65-70 кг/га в течение месяца, при более высоких дозах она отрицательно влияет на растения.

Пылезадерживающая способность растений зависит также от строения листа – опущенности, морщинистости, шероховатости, высокого налета, клейкости и размера. В наших опытах максимальная поглотительность листьев наблюдается: Арарат – у вяза перистоветвистого (55.00 г/м$^2$), ясеня обыкновенного (51.13 г/м$^2$), сирени обыкновенной (48.15 г/м$^2$), клена американского (47.73 г/м$^2$), робинии лжеакации (47.20 г/м$^2$), Раздан – несколько меньше у тополя пирамидального (39.11 г/м$^2$), лоха серебристого (37.12 г/м$^2$), сирени обыкновенной (36.00 г/м$^2$), ивы белой (34.00 г/м$^2$). Дуб восточный характеризуется высоким пылесодержанием. В нашем эксперименте он встречается в зоне среднего задымления г.Раздана (23- км от источника эмиссии) и накапливает в среднем 48.80 г/м$^2$ пыли.

Как отмечалось, Разданский цементный завод находится рядом с ТЭС, выбросы которого содержат сернистый ангидрид, двуокись азота, окись углерода и золу. Формируется сложная ситуация техногенеза, в которой присутствуют щелочная (известковая и цементная пыль цементных заводов) и кислая (сернистый ангидрид, двуокись азота Разданской ТЭС) среды.

В присутствии щелочной и кислой реакции среды в атмосферных выбросах цементного завода и ТЭС Раздана идет реакция нейтрализации с образованием сульфатов, что взаимно смягчает действие кислых и щелочных выбросов на древесно-кустарниковую растительность.

Выводы

1. Уровень загрязнения атмосферы г.Раздана превышает среднесуточные ПДК по сернистому ангидриту в 3-5 раз, двуокиси азота в 2 раза, пыли в 4-5 раз; г.Арарата – пыли в 6-8 раз.

2. Фитоиндикация, как показатель конкретного состояния приземного слоя атмосферы с использованием данных количественной характеристики уровней накопления токсикантов в листьях древесных растений, составили основу для зонирования техногенеза на зоны сильного, среднего и слабого загрязнения, что откорректировало и

дифференцировало подбор соответствующего каждой техногенной зоне ассортимента газопылеустойчивых древесно-кустарниковых насаждений для озеленения.

### *Библиографический список*

1. *Д.Борка и др*. Влияние эмиссии цементного завода на развитие, рост и основные процессы обмена веществ сортов пшеницы. / Экологическая кооперация ЧССР, 1979, N 2, с.45-54.

2. *О.А.Джугарян* Экотоксикология техногенного загрязнения. / Монография, Смоленск, Ойкумена, 2000, 280с.

3. *Г.М.Илькун* Осаждение цементной пыли растениями./Растения и пром.среда. Мат.3-й С.А.Аникина Межд.конф. Киев, 1976, с.82-89

4. *Г.М.Илькун* Загрязнение атмосферы и растений. / Киев, Науков Думна, 1978, 246с.

5. *Н.И.Лайранд* Некоторые аспекты воздействия цемента на древесные растения. / Охр.окр.ср. от загрязнения пром.выбросами. Уж-Л, Изд. Леп.лестехакадем, 1978, с.210-215.

## ACCUMULATION OF MICROELEMENTS IN WOODY PLANTS WITHIN THE COVERAGE OF CEMENT FACTORIES OF ARMENIA

O.A.Juharyan

The capacity of woody and shrubby plants to accumulate cement dust triggered the development of phytofilters for the areas affected by cement factories in Hrazdan and Ararat (Armenia).

Keywords: technogenesis, cement dust, woody plants, phytofilter.

УДК 550.47:504.064

# БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КАМОВЫХ ЛАНДШАФТОВ ЛЕНИНГРАДСКОЙ И ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТЕЙ

В.А. Донских
Закрытое акционерное общество «Научные приборы»,
190103, г. Санкт-Петербург, Рижский пр., 26,
e-mail: v.donskikh@rambler.ru

В статье дается оценка содержания химических элементов в почвах и доминантах древесного, травяно-кустарничкового и мохового-лишайникового ярусов растительных сообществ камового рельефа в пределах Ленинградской и Псковской областей. Выявлены биогеохимические особенности камовых ландшафтов на исследуемой территории. Результаты изучения камовых ландшафтов Ленинградской и Псковской областей могут быть использованы и полезны в качестве фона для изучения и сравнения с антропогенно-загрязненными территориями.

Ключевые слова: биогеохимия, камовый ландшафт, фоновый мониторинг, концентрация химических элементов.

**Актуальность темы.** Результаты изучения камовых ландшафтов Ленинградской и Псковской областей могут быть использованы и полезны в качестве фона для изучения и сравнения с антропогенно-загрязненными территориями. Исследуемые ландшафты являются "памятниками природы", заказниками и национальными парками, расположенными вдали от крупных промышленных центров и поэтому могут служить (наряду с биосферными заповедниками) эталонными территориями при разработке научных основ фонового геохимического мониторинга. В настоящее время общепризнано, что степень антропогенного воздействия на природные системы невозможно оценить без детального анализа фонового состояния биологических и биокосных систем вне урбанизированных территорий. Фоновый уровень подразумевает представление о естественной концентрации химических элементов в природных средах, которому в наибольшей степени отвечают исследования элементного состава растений и почв на заповедных территориях. Фоновый геохимический мониторинг призван фиксировать относительно слабые сигналы глобального и регионального техногенного воздействия. Результаты ландшафтно-геохимического анализа фоновых районов должны служить одной из

© В.А. Донсих, 2010

основ для дальнейшего развития теории и практики экологического мониторинга окружающей среды.

**Объекты и методика исследования.** Эталонные площадки для отбора биогеохимических проб заложены в различных участках на территории восточных и южных административных районов Ленинградской области (Лодейнопольского, Киришского, Тихвинского и Лужского районов). Всего было заложено 10 ландшафтно-геохимических профилей — от вершины камовых холмов к местным депрессиям, на которых, взяты пробы с 22 пробных площадок. Маршрут следования был проложен по территориям с камовым рельефом. Объектами биогеохимического опробования были доминанты древесного (корка сосны - *Pinus sylvestris*), травяно-кустарничкового (черника - *Vaccinium myrtillus*) и мохового-лишайникового (мох - *Pleurozium schreberi*) ярусов растительных сообществ. Кроме этого, отбирались образцы почвы (22 пробы). Всего отобрано 99 проб. В «Себежском» национальном парке было заложено 3 профиля, на которых, взяты пробы с 11 пробных площадок.

Содержание тяжелых металлов (Cd, Pb, Ni, Zn, Mn, Co, Cu и Fe) в золе растительных проб определялось атомно-абсорбционным методом в лаборатории Учебно-научного центра на базе БИН РАН на атомно-абсорбционном спектрометре КВАНТ-АФА. Количественный анализ почвенных проб (Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Co, Sr и Pb) проводился в аналитической лаборатории НПО ЗАО «Научные приборы» рентгенофлуоресцентным спектральным методом под руководством канд. геол.-минерал. наук Л. П. Коробейниковой. Для анализа был использован энергодисперсионный рентгенофлуоресцентный анализатор РЕАН.

**Содержание химических элементов в почвах и растениях.** Сравнение с данными из литературных источников показало, что средние валовые содержания химических элементов в изученных почвах и растениях, соответствуют литературным данным регионального фона. Лишь данные по Co и Cu несколько превышают верхние пределы их содержания в почвах по литературным данным. Но необходимо отметить, что почвы Ленинградской области по сравнению с почвами нечерноземной зоны в целом заметно богаче Cu, Co и особенно Zn. Для *Vaccinium myrtillus* отмечаются пониженные по сравнению с региональным фоном значения по Mn, Fe и Ni, для *Pleurozium schreberi* по Fe, Ni, Cu, Co и Pb.

Совершенное ландшафтно-геохимическое сопряжение предполагает миграцию элементов от начальных (элювиальных) до конечных (супераквальных) позиций. Местная миграция химических элементов характеризуется с помощью коэффициентов местной миграции ($К_М$) (табл. 2.), представляющих собой отношение содержания элемента в почве подчиненных ландшафтов (трансэлювиальных, супераквальных) к его содержанию в почвах для автономных ландшафтов (элювиальных). Из представленных данных видно, что миграция соблюдается для всех элементов, кроме марганца и кобальта.

Таблица 1

**Средние валовые содержания химических элементов в почвах камовых ландшафтов Ленинградской области (в числителе - мг/кг; в знаменателе - %)**

| Mn | Fe | Ni | Cu | Zn | Co | Sr | Pb |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 105,8 / 0,0106 | 6893,9 / 0,6894 | 30,03 / 0,003 | 58,95 / 0,0059 | 66,54 / 0,0067 | 22,67 / 0,0023 | 72,16 / 0,0072 | 40,0 / 0,004 |

Таблица 2

**Коэффициенты местной миграции ($К_М$) для почв камовых ландшафтов Ленинградской области**

| Коэффициент | Mn | Fe | Ni | Cu | Zn | Co | Sr | Pb |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,66 | 1,1 | 1,99 | 1,25 | 1,51 | 0,7 | 1,1 | 1,55 |

Таблица 3

**Средние валовые содержания химических элементов в растениях камовых ландшафтов Ленинградской и Псковской области**

| Растение | Mn | Fe | Ni | Cu | Zn | Co | Cd | Pb |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ленинградская область (в числителе - мг/кг сухого в-ва; в знаменателе - % в золе) | | | | | | | | |
| *Pinus sylvestris* кора | 24,91 / 0,2438 | 31,69 / 0,3284 | 0,83 / 0,0078 | 2,19 / 0,0216 | 14,26 / 0,1338 | 0,2 / 0,0026 | 0,15 / 0,0013 | 1,77 / 0,0179 |
| *Vaccinium myrtillus* надземная часть | 1311,7 / 3,3759 | 41,37 / 0,113 | 0,77 / 0,0022 | 4,22 / 0,0111 | 18,07 / 0,0466 | - | 0,08 / 0,0002 | 2,51 / 0,0074 |

Окончание табл. 3

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Pleurozium schreberi* надземная часть | 422,6 / 0,8797 | 393,6 / 0,5782 | 4,67 / 0,0053 | 9,57 / 0,0118 | 50,66 / 0,1019 | 0,65 / 0,0009 | 0,24 / 0,0004 | 3,49 / 0,0081 |
| Себежский национальный парк (Псковская область), мг/кг сухого в-ва | | | | | | | | |
| *Pinus sylvestris* корка | 92,79 | 372,9 | 1,5 | 18,6 | 31 | - | 0,4 | 5,2 |
| *Vaccinium myrtillus* надземная часть | 2760,4 | 203,4 | 1,5 | 10,3 | 33,8 | - | 0,04 | 0,9 |
| *Pleurozium schreberi* | 414,3 | 1162,7 | 2,5 | 13,7 | 50 | - | 0,3 | 8,8 |

Рассматриваются биогеохимические особенности экобиоморф и почв исследованной территории, которые характеризуют биогеохимический фон южнотаёжного гумидного ландшафта. Эдификатором растительных сообществ является – *Pinus sylvestris*, а одними из наиболее распространенных доминантов - *Vaccinium myrtillus* и *Pleurozium schreberi*; для этих видов и приводится уровень содержания химических элементов (табл. 3.).

Приведенные выше концентрации химических элементов в растениях камовых ландшафтов Ленинградской и Псковской области несколько отличны от литературных данных по региону. Но необходимо отметить, что полученные данные по всем исследуемым химическим элементам и растениям, полностью удовлетворяют диапазонам региональных данных и данным регионального фона а для *Vaccinium myrtillus* отмечаются пониженные по сравнению с региональным фоном значения по Mn, Fe и Ni, для *Pleurozium schreberi* по Fe, Ni, Cu, Co и Pb.

Региональную фоновую биогеохимическую специализацию растений наиболее наглядно выражает коэффициент биологического накопления $КБН_1$, рассчитанный как отношение средней концентрации химического элемента в золе растения к кларку соответствующего элемента в литосфере. $КБН_1$ по ряду элементов (спектры) отражают общие зональные и региональные особенности элементного состава растений, сформированного соответствующей геохимической обстановкой. В табл. 4 представлены средние значения и графики $КБН_1$

для растений исследуемых территорий. Проведенные исследования показывают, что биологическое накопление у подчиненных экобиоморф (черники и мха) характеризуется меньшей интенсивностью. Основной эдификатор растительности южнотаёжных камовых ландшафтов - *Pinus sylvestris* характеризуется следующим рядом $КБН_1$ (по золе корки), выражающим интенсивность поглощения химических элементов в порядке убывания их величин:

Ленинградская область: $Cd_{100}$> $Zn_{16,12}$> $Pb_{11,17}$> $Cu_{4,59}$> $Mn_{2,44}$> $Co_{1,43}$> $Ni_{1,35}$> $Fe_{0,07}$.

Аналогичный ряд $КБН_1$ по золе корки *Pinus sylvestris* в пределах Себежского национального парка в Псковской области обнаруживает некоторые колебания величин коэффициента для большинства химических элементов:

$Cd_{144,4}$> $Pb_{16,3}$> $Zn_{16,1}$> $Cu_{13,9}$> $Mn_{5,15}$> $Ni_{1,1}$> $Fe_{0,5}$.

Для обеих территорий характерно повышенное накопление кадмия, цинка и свинца. Также отмечено накопление меди – элемента, участвующего в процессе фотосинтеза, как для *Pinus sylvestris,* так и для *Pleurozium schreberi.* Наименьшие значения $КБН_1$ наблюдаются в случае никеля, кобальта и железа, что свидетельствует о слабом вовлечении этих элементов в биологический круговорот веществ относительно их содержания в литосфере. Для обеих территорий характерно повышенное накопление марганца в чернике. Ряды биологического накопления для *Vaccinium myrtillus* имеют следующий вид:

Ленинградская обл.: $Mn_{33,76}$> $Cd_{18,24}$> $Zn_{5,62}$> $Pb_{4,6}$> $Cu_{2,37}$> $Ni_{0,38}$> $Fe_{0,02.}$

Себежский нац. парк: $Mn_{84,68}$> $Zn_{10}$> $Cd_{8,6}$> $Cu_{5,6}$> $Pb_{1,6}$> $Ni_{0,7}$> $Fe_{0,16.}$

Рассматриваемые значения $КБН_2$ (отношение концентрации элемента в растении к концентрации этого элемента в почве), дающие представление о региональных закономерностях накопления химических элементов растениями. Тенденция такова, что $КБН_2$ марганца, цинка, меди, свинца и никеля почти всегда больше единицы или равны ей, что свидетельствует об активном накоплении этих элементов растениями на исследуемой территории (табл. 5). Железо имеет $КБН_2$ ниже единицы у всех видов исследованных растений, это связано с тем, что железо биофильный элемент, но поступление его в растение идет по барьерному типу, поэтому даже значительная концентрация его в почве не приводит к повышенному накоплению

элемента в растении. Их всех рассмотренных элементов выделяются такие биофильные элементы, как цинк и марганец, для которых $КБН_2$ во всех растениях отличается высокими по сравнению с другими элементами значениями.

Таблица 4

**Коэффициенты биологического накопления ($КБН_1$) по литосфере для растений камовых ландшафтов Ленинградской и Псковской области**

| Растение | **Mn** | **Fe** | **Ni** | **Cu** | **Zn** | **Co** | **Cd** | **Pb** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ленинградская область** | | | | | | | | |
| *Pinus sylvestris* кора | 2,44 | 0,07 | 1,35 | 4,59 | 16,12 | 1,43 | 100 | 11,17 |
| *Vaccinium myrtillus* надземная часть | 33,76 | 0,02 | 0,38 | 2,37 | 5,62 | - | 18,24 | 4,6 |
| *Pleurozium schreberi* надземная часть | 8,8 | 0,12 | 0,91 | 2,52 | 12,28 | 0,52 | 33,75 | 5,05 |
| **Себежский национальный парк (Псковская область)** | | | | | | | | |
| | **Mn** | **Fe** | **Ni** | **Cu** | **Zn** | **Co** | **Cd** | **Pb** |
| *Pinus sylvestris* кора | 5,15 | 0,5 | 1,1 | 13,9 | 16,1 | - | 144,4 | 16,3 |
| *Vaccinium myrtillus* надземная часть | 84,68 | 0,16 | 0,7 | 5,6 | 10 | - | 8,6 | 1,6 |
| *Pleurozium schreberi* надземная часть | 12,13 | 0,72 | 1 | 8,7 | 16,8 | - | 53,5 | 10,8 |

Таблица 5

**Коэффициенты биологического накопления ($КБН_2$) для растений камовых ландшафтов Ленинградской области**

| Растение | Mn | Fe | Ni | Cu | Zn | Co | Pb |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Pinus sylvestris* корка | 23 | 0,48 | 2,6 | 3,65 | 19,97 | 1,12 | 4,47 |
| *Vaccinium myrtillus* надземная часть | 318,5 | 0,16 | 0,73 | 1,89 | 6,96 | - | 1,84 |
| *Pleurozium schreberi* надземная часть | 82,99 | 0,84 | 1,75 | 2,01 | 15,21 | 0,41 | 2,02 |

Таким образом, заложенные пробные площадки, на исследованных территориях могут быть предложены к рассмотрению в качестве объектов фонового мониторинга, так как, большинство исследуемых ландшафтов расположено на ООПТ и являются "памятниками природы", заказниками и национальными парками расположенными вдали от крупных промышленных центров.

## BIOGEOCHEMICAL PROPERTIES KAME LANDSCAPES LENINGRAD AND PSKOV REGIONS

V.A. Donskikh
Closed Joint Stock Company "Scientific Instruments", 190103, St. Petersburg, Rizhskiy av., 26,
e-mail: v.donskikh@rambler.ru

The paper assesses the content of chemical elements in soils and dominants wood, grass-shrub and moss-lichen layers of plant communities kame landscapes within the Leningrad and Pskov regions. Revealed biogeochemical characteristics kame landscapes on the study area. The results of the study kame landscapes Leningrad and Pskov regions can be used and useful as a background for the study and comparison with anthropogenically-contaminated areas.

Keywords: biogeochemistry, kame landscape, background monitoring, concentration of chemical elements.

УДК 551.465

# МОДЕЛЬ ПАДАЮЩЕЙ ЗАРЯЖЕННОЙ ПЫЛЕВОЙ ЧАСТИЦЫ В МЕЗОСФЕРЕ КАК ЦЕНТРА КОНДЕНСАЦИИ ВОДЯНЫХ ПАРОВ

А.Ю. Дубинский, С.И. Попель
Институт динамики геосфер РАН, 119334, Москва, Ленинский проспект, д. 38, корп. 1, e-mail: nfkpb@bk.ru

Производится расчет динамики падения заряженной частицы с высот от 90 до 75 км. Моделируется взаимодействие пылевой частицы с ионами и нейтральными молекулами, приводящее к зарядке частицы, а также к конденсации воды на ее поверхности или испарению. Условия испарения/конденсации воды описываются с помощью формул, учитывающих размер частицы, ее заряд, а также дипольную природу молекул водяных паров.

Расчет показывает, что в процессе падения радиус частицы может сильно изменяться, нарастая в верхней и средней части мезосферы и уменьшаясь в ее нижних слоях. Этот эффект может значительно влиять на время пролета пылевых частиц через мезосферу и распределение частиц по размерам на разных ее высотах

Ключевые слова: пылевая плазма, конденсация, микромасштабная частица.

В последние годы существенно возрос интерес к исследованию пылевых структур в мезосфере Земли таких, как серебристые облака и полярные мезосферные радиоотражения, что, в частности, связано с проблемой глобального потепления. Весьма возможно, что на поведение указанных структур влияет антропогенная трансформация природной среды, поскольку возникновение серебристых облаков и полярных мезосферных радиоотражений имеет определенную связь со степенью запыленности мезосферы, которая может зависеть от интенсивности работ индустриальных предприятий в тех или иных регионах Земли. Во всяком случае, к настоящему времени известен факт наблюдения серебристых облаков на все более южных широтах (например, имелись наблюдения в районе г. Киева, Украина), тогда как традиционно указанные облака рассматриваются как полярные явления. В связи с этим существенный интерес представляет моделирование серебристых облаков и полярных мезосферных радиоотражений и выявление влияния на них антропогенных факторов. В настоящей работе представлено описание модели падающей заряженной пылевой частицы в условиях, соответствующих условиям формирования серебристых облаков и полярных мезосферных радиоотражений, а также качественно описать их основные проявления.

© А.Ю. Дубинский, С.И. Попель, 2010

Рассматривается микрочастица на высоте 90 км, которая начинает свое падение вниз под действием сил тяжести и вязкого трения. Для простоты будем считать, что начальная скорость частицы отсутствует. Проходя по ионосфере, частица столкновительно взаимодействует с незаряженными молекулами (нейтралами) и ионами, в результате чего происходит ее зарядка. Наконец, в процессе движения по ионосфере частица является центром конденсации или испарения водяных паров, что приводит к росту или, соответственно, уменьшению радиуса образующейся льдинки. Внутри льдинки находится зародышевая частица, причем размер первой, как показывает расчет, может быть в десятки раз больше второй.

Итак, переменные, которые характеризуют падающую пылевую частицу, суть высота $h$, скорость $u_d$, заряд $z_d$ и радиус $a_d$. Дифференциальные уравнения для их эволюции выглядят следующим образом:

$$\frac{dh}{dt} = u_d \tag{1}$$

$$\frac{d(m_d u_d)}{dt} = -m_d g - \frac{8\sqrt{2\pi}}{3}\gamma a_d^2 n_n T_n \frac{u_d}{v_{Tn}} \tag{2}$$

$$\frac{dz_d}{dt} = \nu_q \cdot \left( \frac{a_d k_B T_e}{e^2} \ln \frac{\sqrt{\tau\mu}}{(1+p)(\tau + \frac{z_d e^2}{a_d k_B T_e})} - z_d \right) \tag{3}$$

$$\frac{da_d}{dt} = -m_w \frac{N_{act}}{4\pi a_d^2 \rho_w} \tag{4}$$

Первое уравнение в комментариях не нуждается. Во втором уравнении $m_d$ – масса частицы, $g$ –ускорение свободного падения. Далее, $\gamma$ – множитель порядка едиицы, $n_n$, $T_n$, $v_{Tn}$ – концентрация нейтральных молекул, их температура и средняя тепловая скорость соответственно. Такая формула для силы вязкого трения соответствует движению частицы с невысокими скоростями в разреженном газе, когда число Рейнольдса мало, $\mathrm{Re} << 1$, а число Кнудсена велико, $K >> 1$.

Третье уравнение отражает процесс зарядки частицы в

результате ее столкновений с ионами (Цытович, 1997). Здесь $p = \frac{z_d n_d}{n_e}$, $\tau = \frac{T_i}{T_e}$, $\mu = \frac{m_i}{m_e}$. Оно дает по порядку величины скорость изменения заряда льдинки, с характерным временем $1/\nu_q = \frac{\sqrt{2\pi m_i k_B T_i}}{4\pi m_i e^2 a_d \left(1 + \tau + \frac{z_d e^2}{a_d k_B T_e}\right)}$, где $k_B$ – константа Больцмана, $e$ – элементарный заряд; $m_i$ – характерная масса иона, $T_i$ и $n_i$ – температура и концентрация ионов соответственно; $T_e$ и $n_e$ – температура и концентрация электронов соответственно, $m_e$ – масса электрона; $n_d$ – концентрация пылевых частиц.

В четвертом уравнении $m_w$ – масса молекулы воды, $\rho_w$ – плотность льда, $N_{act}$ прирост числа молекул воды в слое пылевых частиц за счет конденсации-испарения на поверхности льдинки. Знак «минус» означает, что число частиц в водяных парах растет за счет уменьшения массы (соответственно, радиуса) капли и наоборот.

Введение «активного» слоя водяных паров, непосредственно прилегающих к слою пылевых частиц приводит к необходимости моделирования концентрации водяных паров как пространственной переменной $n_w(h,t)$, неоднородно распределенной по высоте

$$\frac{dn_w(h,t)}{dt} = D_w \Delta n_w + N_{act} \frac{n_d l_d}{l_{act}} \qquad (5)$$

Здесь $D_w$ – коэффициент диффузии паров воды к поверхности льдинки, $\Delta$ – лапласиан (который, впрочем, в рамках данной пространственно одномерной задачи вырождается во вторую проиозводную по высоте), $l_d$ и $l_{act}$ – толщины слоя пылевых частиц и активного слоя соответственно.

Наконец, остается определить $N_{act}$. В первую очередь конденсация или испарения зависят в первую очередь от отношения фактического давления водяных паров к давлению насыщенных паров

$\Gamma = \frac{p_w}{p_{w,S}}$ . Также значимую роль играют заряд центра конденсации $z_d$ и дипольный момент конденсирующихся молекул $\mu_D$ . Можно показать с учетом работы Лапшина и др. (2002), что производная свободной энергии Гиббса по массе конденсированной твердой фазы выглядит следующим образом:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial m_I} = v_I \cdot p_{w,S}\left(\Gamma \cdot e^{\frac{1}{\xi^2}L\left(\frac{1}{\xi^2}\right)} - 1\right) + \frac{v_I k_B^2 T^2}{8\pi\mu_D^2\xi^4}\left(\frac{1}{\varepsilon} - 1\right) - \frac{RT}{\mu_w}\ln\Gamma \quad (6)$$

Здесь $L(x)$ – функция Ланжевена; $m_I$ – масса льдинки, $v_I$ – удельный объем льда, $T$ – абсолютная температура, $R$ – универсальная газовая постоянная; $\varepsilon$ – диэлектрическая проницаемость льда и, наконец, $\xi^2 = \frac{k_B T a_d^2}{\mu_D z_d}$ . В том случае, когда производная отрицательна, происходит конденсация водяных паров и наоборот. Для оценки $N_{act}$ заметим, что по известной формуле о числе столкновений молекул газа со стенкой сосуда, о поверхность льдинки радиуса $a_d$ в единицу времени ударяется $\overrightarrow{N} = \frac{n_w v_w}{4} \cdot 4\pi a_d^2$ молекул воды. Здесь фигурирует $v_w$ – средняя тепловая скорость движения молекул воды. Эту величину мы и примем за количество молекул, пополняющих массу льдинки. Если бы поверхность льдинки находилась в состоянии динамического равновесия с парами, то с ее поверхности испарялось бы $\overleftarrow{N} = n_{w,S} v_w \cdot \pi a_d^2$ молекул. Найти же $n_{w,S}$ возможно решив уравнение (6), положив предварительно $\frac{\partial \Phi}{\partial m_I} = 0$. В итоге получим $N_{act} = (n_{w,S} - n_w) v_w \pi a_d^2$, причем как видно, например, при концентрации паров, больших чем $n_{w,S}$, в газообразной фазе молекул становится меньше.

Рассчетные константы в модели брались следующими.

Для уравнения (2): $g = 9.8 \cdot 10^2 \, см/с^2$, $\gamma = 1$; $n_n = 2 \cdot 10^{14} см^{-3}$; $T_n = 140 - 155K$, причем температуру задаем кусочно-линейной функцией в соответствии с экспериментальными данными (Клумов и др., 2005); Чтобы рассчитать $\nu_{Tn}$, примем среднюю молекулярную массу нейтральных молекул равной $30 г/моль$.

Для уравнения (3): $n_d = 10^3 см^{-3}$; $n_e = 10^4 см^{-3}$; $n_i = 10^4 см^{-3}$; $T_i = T_e = T_n$ (см константы к (2)); $m_i = 5 \cdot 10^{-23} г$.

Для уравнения (4): $\rho_w = 0.9 г/см^3$, а масса льдинки рассчитывается как $m_w = \frac{4}{3}\pi\left(\rho_w(a_d^3 - a_{d0}^3) + \rho_d a_{d0}^3\right)$, поскольку льдинка состоит из пылевого зародыша радиуса $a_{d0}$ и «наросшей шубы» переменного радиуса $a_d$. Примем $\rho_d = 3 г/см^3$, что соответствует пылинке металлической природы

Для уравнения (5): $D_w = 0{,}15 см^2/с$; $l_d = 10^4 см$; $l_{act}$ зависит от того, на сколько слоев разбивается рассматриваемая толща ионосферы; $\mu_D = 1{,}83 \cdot 10^{-18} см \cdot ед.з.$; $\varepsilon = 90$; $v_I = 1{,}11 см^3/г$.

Численное интегрирование дифференциальных уравнений привело к следующему основному результату, отображенному в таблице.

Таблица

**Время пролета частицы в зависимости от начальных данных, сек.**

| | | Начальный радиус пылевой частицы, нм | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 3 | 30 | 300 | 3000 |
| Начальная высота, км | 90 | 69587 | 21344 | 9397 | 604 |
| | 87 | 65601 | 18483 | 7396 | 486 |
| | 84 | 69724 | 15332 | 5286 | 369 |
| | 81 | 90988 | 14596 | 3184 | 251 |
| | 78 | 125926 | 11897 | 1160 | 123 |

Итак, в рамках описанной модели рассмотрено формирование и эволюция пылевых частиц, составляющих серебристые облака и полярные мезосферные радиоотражения. Показано, что эффективный рост пылевых частиц происходит при их падении до высот около 84 км, что находится в хорошем соответствии наблюдениями серебристых облаков. Время существования пылевых структур в мезосфере определяется характерным временем эволюции пылевых частиц, которое оказывается приблизительно равным нескольким часам, что также не противоречит данным наблюдений.

*Работа выполнена при финансовой поддержке по Программе фундаментальных исследований ОНЗ РАН «Наноразмерные частицы в природе и техногенных продуктах: условия нахождения, физические и химические свойства и механизмы образования», ОФН РАН «Физика плазмы в солнечной системе», МНТЦ (проект № KR-1522), а также Фонда «Династия».*

***Библиографический список***

1. *Клумов Б.А., Морфилл Г.Е., Попель С.И.* Формирование структур в запыленной ионосфере // ЖЭТФ. – 2005. – Т. 127, Вып. 1. – С. 171–185.

2. *Лапшин В.Б., Яблоков М.Ю., Палей А.А.* Давление пара над заряженной каплей // ЖФХ. – 2002. – Т. 76, № 10. – С. 1901–1903.

3. *Цытович В.Н.* Плазменно-пылевые кристаллы, капли и облака // УФН. – 1997. – Т. 167, № 1. – С. 57–99.

MODEL OF SEDIMENTING CHARGED DUST PARTICLE IN MESOSPHERE AS A CENTRE OF WATER VAPOUR CONDENSATION

A.Ju. Dubinsky, S.I. Popel

The dynamics of charged dust particle sedimentation at the altitudes of 90 to 75 km is calculated. The interaction of dust particle with ions and neutral molecules is taken into account which results in the dust particle charging and water condensation/sublimation on its surface. The conditions of the condensation/sublimation are described with the aid of the expressions which take into account the size of particle, its charge, and the dipole structure of water molecules.

The calculations show that the radius of the particle is changed significantly. In the upper and middle mesospheric layers we have the growth of the radius while in the lower layers the radius is diminished. This effect can influence significantly the passage time of particles through the mesosphere and also affect the distribution on their sizes at various altitudes.

Keywords: dust plasma, condensation, a microscale particles

УДК 504.3.054

# РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАНО- И МИКРОМАСШТАБНЫХ ЧАСТИЦ В АТМОСФЕРНЫХ КОРИЧНЕВЫХ ОБЛАКАХ

А.Н. Дубовской, Л.М. Перник, С.И. Попель
Институт динамики геосфер РАН, 119334, Москва, Ленинский просп., 38, корп.1, e-mail:dubovskoy.a@gmail.com.

Проведено исследование свойств нано- и микромасштабных пылевых частиц, составляющих атмосферные коричневые облака, в широком диапазоне размеров от 60 нм до 700 мкм. Сбор данных для анализа проводился в Киргизии на Лидарной станции Теплоключенка (расположена на высоте свыше 2000 м над уровнем моря в Центральном Тянь-Шане, в юго-восточной части высокогорного озера Иссык-Куль) и научной станции Института физики Земли РАН (расположена в окрестностях Бишкека) в августе 2008 года. Исследование пылевых частиц осуществлялось на электронном микроскопе.

Ключевые слова: атмосферные коричневые облака; нано- и микромасштабные пылевые частицы; распределение по размерам.

Атмосферные коричневые облака (Atmospheric brown clouds — ABC) — скопления загрязненного воздуха регионального масштаба, которые состоят из большого количества нано- и микромасштабных частиц сажи, сульфатов, нитратов, зольной пыли и многих других загрязнителей. Коричневатый оттенок ABC вызван поглощением и рассеиванием солнечного излучения антропогенным черным углеродом, зольной пылью, частицами почвы и диоксидом азота[6], .

© А.Н. Дубовской, Л.М. Перник, С.И. Попель, 2010

Эти загрязнители в основном испускаются из антропогенных источников при сжигании органического топлива и биомассы.

Влияя на распределение солнечной энергии между поверхностью Земли и атмосферой, аэрозоли в АВС также влияют на климат и биосферу фундаментальным образом. Они перехватывают солнечное излучение до того как оно достигнет поверхности и вызывают нарушение температурного цикла, осадков и производства биомассы. АВС перехватывают солнечное излучение, как поглощением, так и отражением (этот процесс также называют рассеиванием) его обратно в космос. Поглощение усиливает нагрев атмосферы. С другой стороны, как поглощение, так и отражение солнечного излучения вызывают эффект потускнения на поверхности, т.е. уменьшают количество поглощенной солнечной энергии поверхностью. Энергия от солнца (солнечное излучение) — фундаментальная движущая сила климатической системы, сельского хозяйства и жизни как таковой. Солнечный свет нагревает поверхность и заставляет воду испаряться, которая возвращается назад в виде дождя или снега. Солнечный свет — источник энергии для фотосинтеза[1-7].

Результирующий эффект от воздействия АВС на глобальный климат будет определяться суммой всех эффектов в атмосфере (нагревающий эффект) и на поверхности (охлаждающий эффект).

Аэрозоли в АВС в зависимости от химического состояния могут давать разные эффекты — некоторые охлаждающий, некоторые — нагревающий.

Например, сульфаты и нитраты и некоторые органические соединения дают охлаждающий эффект. Эти аэрозоли преимущественно рассеивают солнечное излучение назад в космос и приводят к уменьшению количества солнечного излучения на поверхности (известное как потускнение на поверхности), что в итоге приводит к охлаждению системы поверхность-атмосфера.

Другие аэрозоли — например, элементарный углерод и некоторые органические кислоты из сажи (комплексно это можно назвать черный углерод), поглощают солнечное излучение.

Определение результирующей составляющей рассмотренных эффектов требует прямого химического, морфологического и гранулометрического анализа компонентов АВС.

Развивающиеся страны в Азии, Африке и Южной Америке в настоящее время становятся главными источниками аэрозольных проблем, в частности, выделений черного углерода. Это в особенности

касается Азии, где коричневый газ является особенно густым и широко простирается в течение продолжительного сухого сезона. Из-за этого население региона, где проживает более 50% населения мира, может стать уязвимой от отрицательных воздействий коричневого газа на здоровье, гидрологический цикл и сельское хозяйство [8-9].

В работе впервые для центрально-азиатского региона исследована ранее не изучавшаяся наномасштабная компонента аэрозольных частиц, составляющих АВС.

**Получение экспериментальных данных.** Сбор нано– и микромасштабных частиц, составляющих АВС проводился в Киргизии на Лидарной станции Теплоключенка (расположена на высоте свыше 2000 м над уровнем моря в Центральном Тянь-Шане, в юго-восточной части высокогорного озера Иссык-Куль) и научной станции Института физики Земли РАН (расположена в окрестностях Бишкека) в августе 2008 года. Для сбора пыли из АВС были использованы пластмассовые контейнеры, на дне которых размешался фильтр Петрянова, площадью примерно 5 $см^2$, а также двухсторонняя электропроводящая клейкая лента. Всего было получено 3 контейнера с пылью из АВС.

Изучение частиц проходило на растровом электронном микроскопе JEOL 6460 LV и с помощью него были получены данные для подсчета гранулометрического состава пыли. Осуществление самого подсчета происходило в специально разработанном программном обеспечении, которое позволяет получить и объединить данные с сотни снимков частиц в единое распределение.

Частицы с размерами менее 10 мкм фиксировались в основном на телах крупных частиц. Иначе говоря, они были захвачены крупными частицами при падении сквозь пылевое облако и в свободном виде они практически не встречаются. Количество частиц наномасштабного размера невелико по сравнению с количеством частиц микромасштабного размера. Результаты обработки изображений образцов в виде размерно-массовых распределений в диапазоне размеров от 60 нм до 700 мкм были представлены в спрямляющих координатах Розина-Раммлера (см. рис. 1).

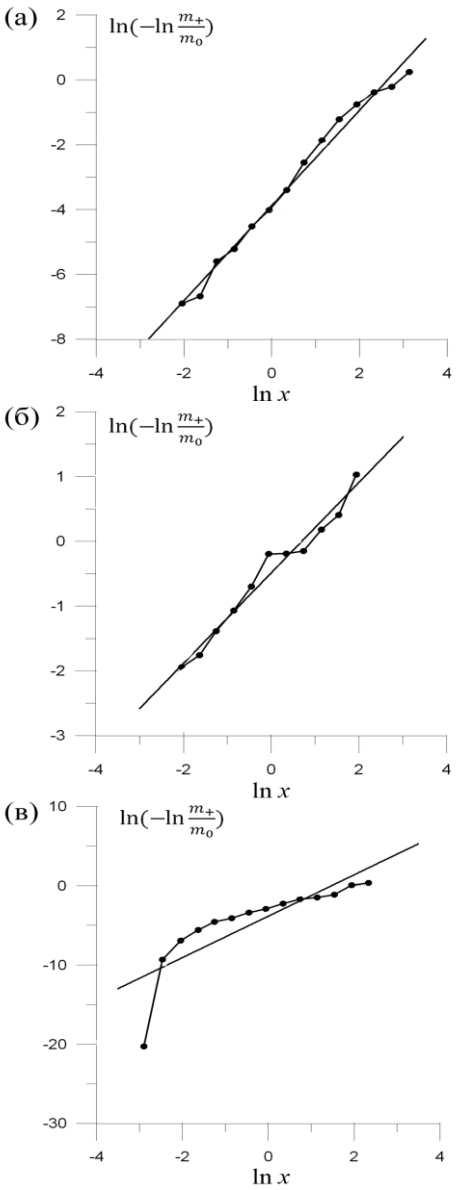



**Рис. 1. Распределение частиц из $Z^{2/3}$ABC в координатах Розина-Раммлера. а – образец №1, б – образец №2, в – образец №7.**

**Обсуждение.** На некоторых участках кривых распределения, построенного в координатах Розина–Раммлера (рис. 1) отмечается хорошая спрямляемость. Для седьмого образца характерен сильно загнутый левый конец кривой, что может свидетельствовать о дефиците наномасштабных частиц. Кривая для второго образца характеризуется сильными изломами, ввиду малого количества отмеченных частиц и вследствие этого широкой статистической ошибкой.

Подобный характерный вид распределений частиц по размерам свидетельствует, в рамках гипотезы Розина-Раммлера, о преобладании однократного процесса разрушения при образовании частиц, а также об отсутствии ярко выраженного дефицита или профицита частиц какого-либо диапазона размеров.

**Результаты.** В результате проведения работы по изучению наномасштабной компоненты аэрозольных частиц, составляющих АВС, были получены и проанализированы распределения частиц по размерам от 60 нм до 700 мкм.

**Выводы.** Наличие в АВС аэрозольных частиц широкого диапазона размеров от 60 нм до 700 мкм, зафиксированных в эксперименте, предполагает возможность реализации различных сценариев взаимодействия системы «Солнечный свет – аэрозоли АВС». Конкретные числовые оценки по преобладанию возможных механизмов осуществимы на основе полученных данных о распределении частиц в аэрозолях.

***Библиографический список***

1. *Bajracharya, S.R., Mool, P and Shrestha, B.R.* (2007). Impact of climate change on Himalayan glaciers and glacial lakes:.K. Case studies on GLOF and associated hazards in Nepal and Bhutan, International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD), Kathmandu

2. *V.Y.Chub, N.A Agaltseva, S.V.Myagkov* Climate change impact on the rivers runoff for the Central Asian Rivers, Proceeding of the International Conference on Hydrology and Watershed Managmant with the Focal Theme on Water Quality and Conservation,

3. *Vol.2,* p.252-257, Hyderabad, India, 2003. G., Pyle, J., Rast, S., Rodriguez, J., Sanderson, M., Savage, N.H., Shindell, D., Strahan, S., Szopa, S., Sudo, K., Van Dingenen, R., Wild, O. and Zeng, G. (2006). The global atmospheric environment for the next generation. In Environmental Science &Technology 40:3586-3594

4. *Kutuzov, S*. (2005). The retreat of Tien Shan glaciers since the Little Ice Age obtained from the moraine positions, aerial photographs and satellite images. PAGES Second Open Science Meeting, 10-12 August 2005, Beijing, China

5. *Li, Z. and Yuan, T*. (2006). Exploring aerosol-cloud-climate interaction mechanisms using the new generation of earth observation system data. In Current Problems in Atmospheric Radiation, Fisher, H. and Sohn, B.J. (eds.) Deepak Publishing, Hampton, VA

6. *Ramanathan, V., Chung, C., Kim, D., Bettge, T., Buja, L., Kiehl, J.T., Washington, W.M., Fu, Q., Sikka, D.R. and Wild, M.* (2005). Atmospheric brown clouds: Impacts on South Asian climate and hydrological cycle. In Proc. Natl. Acad. Sci. 102:5326-5333

7. *Ramanathan, V., Ramana, M.V., Roberts, G.C., Kim, D., Corrigan, C., Chung, C. and Winker, D.* (2007b). Warming trends in Asia amplified by brown cloud solar absorption. In Nature 448:575-578

8. *Подрезов О. А, Диких А. Н., Бакиров К. Б*. Изменчивость климатических условий и оледенения Тянь-Шаня за последние 100 лет. Известия КРСУ, 2003.

9. *Яблоков А*. «Влияние изменения климата на ледники Таджикистана». Оценочный отчет по подготовке Второго Национального сообщения РТ об изменении климата. Агентство по гидрометеорологии, Душанбе, 2006 г.

## NANO- AND MICROSCALE PARTICLES DISTRIBUTION IN ATMOTHPHERIC BROWN CLOUDS

A.N. Dubovskoy, L.M. Pernik, S.I. Popel

Properties of nano- and microscale dusty particles, that composing atmospheric brown clouds, with sizes from 60 nm up to 700 um were researched. Data were obtained in Kirgizistan at Lidar Station Teplokluchenka is located on a height over 2000 m above sea level and scientific station of Institute of physics of the Earth of RAS near Bishkek in August 2008. Investigation of dusty particles was carried out on electron microscope.

Keywords: atmospheric brown clouds; nano - and microscale dust particles; distribution in the sizes.

УДК 502.65:631.445.11

# ИЗМЕНЕНИЕ СТЕПЕНИ УСТОЙЧИВОСТИ МЕРЗЛОТНЫХ ПОЧВ ПРИ АНТРОПОГЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

А.Г. Дягилева
ФГНУ «Институт прикладной экологии Севера», 677000, г. Якутск, ул. Каландаришвили, 5, e-mail: nuta0687@rambler.ru

В настоящей работе рассмотрено изменение степени устойчивости почв долины Туймаада при антропогенном воздействии по характеристикам сорбционной способности. Проведен анализ существующих критериев сорбционной способности почв: морфологической и физико-химических свойств. Определена степень изменения устойчивости почв в процентном соотношении.

Ключевые слова: устойчивость, антропогенное воздействие, сорбционная способность, почвенная профиль, генетический горизонт, анализ.

Возрастающее воздействие человека на окружающую среду нередко несоизмеримо с ее устойчивостью, вследствие чего возможны существенные нарушения в ходе естественных процессов [3]. Изучение степени устойчивости почв при антропогенном воздействии – важная научная и практическая задача, так как ее решение позволяет оценивать и прогнозировать устойчивое состояние почв.

Почвы являются особенно чувствительными к антропогенным воздействиям в условиях Крайнего Севера [2]. В результате такой активной деятельности на территории Республики Саха (Якутия) почвенные ресурсы в разной степени нарушены и деградированы, а значительные площади естественных природных почв полностью уничтожены [1].

Объектом исследования послужила незасоленная мерзлотная палевая почва Республики Саха (Якутия) долины Туймаада, являющаяся уникальным типом почв, широко представленным на территории Центральной Якутии. Почвы отобраны из участка антропогенного воздействия представленные луговой зоной и ненарушенной лесной. Данные разрезы сопровождались морфологическим описанием и отбором проб из каждого генетического горизонта. Аналитические работы проведены в лаборатории физико-химических методов анализа ФГНУ Института прикладной экологии Севера (ИПЭС). Для определения устойчивости почв рассмотрены следующие параметры: содержание органических веществ (гумуса) по методу И. В. Тюрина, геохимические условия среды с определением pH потенциометрическим методом и содержание водорастворимых микроэлементов методом

атомно-абсорбционной спектрометрии на многоканальном газоанализаторе «МГА-915».

Устойчивость почв к химическому загрязнению зависит, главным образом, от сорбционной способности. Чем выше сорбционная способность, тем ниже их устойчивость к химическому загрязнению. Сорбционную способность почв определяют два критерия: морфологические и физико-химические свойства почв (рис. 1).

По морфологическим свойствам, исследуемые почвы характеризуются двучленным почвенным профилем со среднесуглинистой органоминеральной верхней частью и песчаными горизонтами ВС и С. Также прослеживается наличие сухой многолетней мерзлоты (ММ) на глубине 102 и 107 см в почвах леса и луга соответственно. Чем глубже располагается ММ, тем меньше вероятность протаивания, тем выше устойчивость почв. Но, удаление растительности может приводить к увеличению глубины протаивания ММ, что приводит к значительным просадкам грунтов.

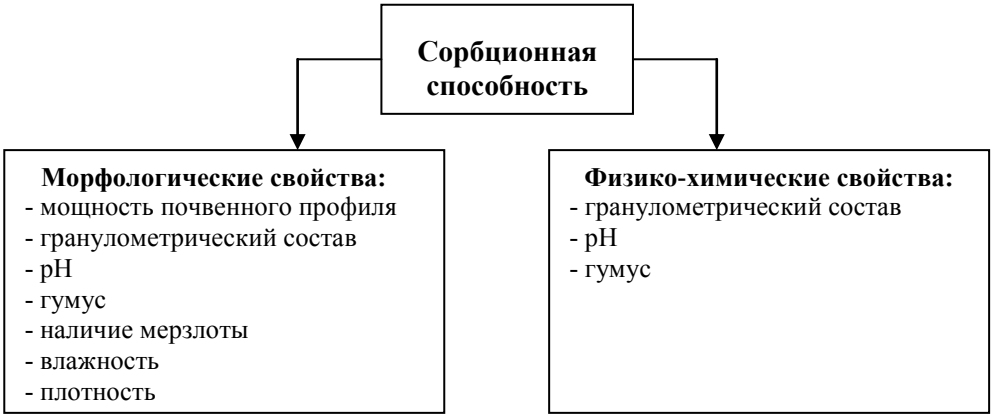



**Рис. 1. Схема показателей, определяющих сорбционную способность**

Влажность также играет важную роль в том, что при высокой влажности почв ускоряются физико-химические реакции, при которой повышается подвижность водорастворимых микроэлементов с вероятностью образования более сложных комплексных соединений. Данные почвы обладают средней степенью влажности. Прежде всего, на

сорбционную способность влияет гранулометрический состав, так как определяет фильтрационную и водоудерживающую способность почв. Зависит это от размера фракций почвенных частиц, т. е. чем мельче частицы, тем выше поглотительная способность. В почвах луга наблюдается изменение мощности генетических горизонтов (рис. 2). Увеличилась мощность нижних генетических горизонтов, представленные песчаными фракциями. Данные почвы обладают низкой сорбционной способностью, следовательно, высокой устойчивостью почв к химическому загрязнению.

Почвы леса же представлены высокой мощностью генетических горизонтов в органоминеральных горизонтах представленные суглинистыми почвами, следовательно, обладают высокой сорбционной способностью и низкой устойчивостью.

По физико-химическим свойствам выявлено, что в почвах лесной зоны содержание органики варьирует от 7,3% в горизонте $A_0$ закономерно уменьшаясь до 0,9% в горизонте С. Содержание и степень разложенности гумуса, также связано с их способностью сорбировать тяжелые металлы, так как они хорошо поглощаются органическим веществом почвы и образуют сложные комплексные соединения. Поэтому в почвах с высоким содержанием гумуса они осаждаются и становятся более доступны растениям.

Реакция почвенной среды нейтральная в органо-минеральной части (pH=7,3-7,4) и изменяется до щелочной вниз по почвенному профилю (pH=9,4-9,1). При высоких значениях pH микроэлементы находятся в менее подвижном состоянии или могут осаждаться, в результате чего они не приводят к сильному загрязнению. Среди водорастворимых форм микроэлементов доминируют Ni, Cr и Mn (0,17 мг/кг, 0, 07 мг/кг и 0,3 мг/кг соответственно) с максимальным накоплением в горизонте АВ, так как данный горизонт представлен суглинистыми фракциями, которые обладают высокой сорбционной способностью. Максимальные концентрации в органогенном горизонте отмечены для Co, Mn и Cu. Водорастворимые формы свинца и цинка ниже предела обнаружения анализа.

В почвах лугового участка значения гумуса колеблются от 4,4% до 1,8% вниз по почвенному профилю. Кислотно-щелочная среда варьирует в пределах 7,4-9,6 вниз по почвенному профилю. В данных почвах значения микроэлементов Ni и Cr (0,05 мг/кг и 0,018 мг/кг соответственно) выше, чем в почвах лесного участка, менее подвергшегося к антропогенному изменению.

В обоих случаях наблюдается значительное накопление водорастворимых микроэлементов в надмерзлотных горизонтах, что объясняется наличием сухой ММ, которая служит геохимическим барьером.

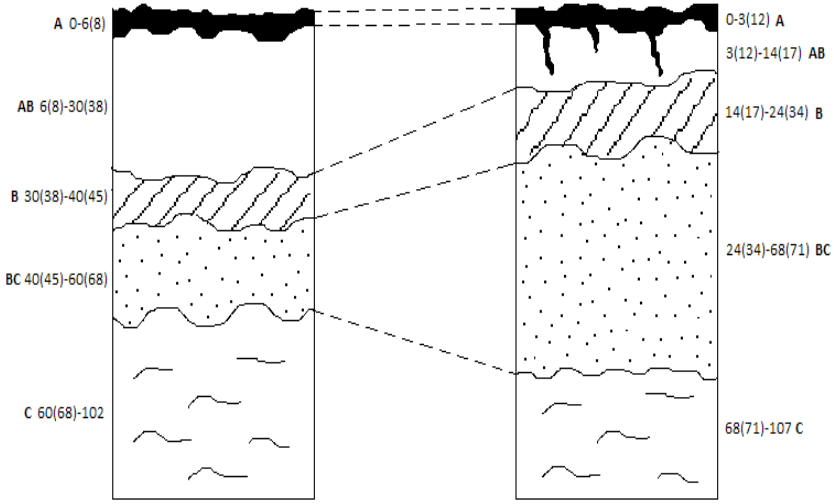



**Рис.2. Изменение мощности генетических горизонтов почвенного профиля в результате антропогенезаа) лес, б) луг**

а) б)

По результатам данной работы проведен анализ по характеристикам основных критериев сорбционной способности, по которым определено изменение степени устойчивость мерзлотных почв при антропогенном воздействии (табл.1).

Таблица 1.

**Характеристика степени устойчивости почв по основным критериям сорбционной способности**

| *Точка* | *Мощность* | *Грансостав* | *pH* | *Гумус* | *Влажность* | *Мерзлота* | *Сорбционная способность* | *Степень устойчивости* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Лес | 0-6(8) | Легкий суглинок | 7,3 | 7,3 | Свежая | - | Высокая | Низкая |

Окончание табл. 1

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6(8)-30(38) | Средний суглинок | 7,4 | 2,2 | Свежая | - | Высокая | Низкая |
| | 30(38)-40(45) | Легкий суглинок | 9,4 | 2,0 | Свежая | - | Средняя | Средняя |
| | 40(45)-60(68) | Супесь | 9,4 | 1,4 | Свежая | - | Низкая | Высокая |
| | 60(68)-102 | Песок | 6,3 | 1,5 | Влажная | Сухая | Низкая | Высокая |
| Луг | 0-3(12) | Тяжелый суглинок | 7,5 | 4,4 | Сухая | - | Средняя | Средняя |
| | 3(12)-14(17) | Средний суглинок | 7,4 | 2,8 | Свежая | - | Высокая | Низкая |
| | 14(17)-24(34) | Легкий суглинок | 7,9 | 2,8 | Свежая | - | Высокая | Низкая |
| | 24(34)-68(71) | Средний суглинок | 9,6 | 2,1 | Влажная | - | Высокая | Низкая |
| | 68(71)-107 | Песок | 9,6 | 1,8 | Влажная | Сухая | Низкая | Высокая |

В итоге, в процентном соотношении 60% почв леса обладают низкой устойчивостью, почвы луга, представленные нарушенными почвами при антропогенном воздействии обладают низкой устойчивостью на 80%. Таким образом, устойчивость мерзлотных почв долины Туймаада при антропогенном воздействии снизилось на 20%.

### *Библиографический список*

1. *Данилов П.П., Легостаева Я.Б., Саввинов Г.Н.* Техногенные ландшафты и их влияние на естественный почвенный покров Западной Якутии // Вестник ЯГУ, 2005, том 2, № 3.

2. *Зиновьева О.А., Хорошавин В.Ю.* Антропогенная трансформация почвенного покрова на территории Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения // Вестник Тюменского государственного университета. 2009. № 3. С. 50-57.

3. *Лозановская И.Н., Орлов Д.С., Садовникова Л.К.* Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. М., 1998.

CHANGE OF DEGREE STABILITY PERMAFROST UNDER ANTHROPOGENIC IMPACT

Dyagileva A.G.
"Institute of Applied Ecology of the North", 677000, Yakutsk, Kalandarishvili St., 48,e-mail: nuta0687@rambler.ru

Summary. In this paper considered the change the stability of soil of the valley Tuymaada under anthropogenic impact on the base characteristic of sorption capacity. Have been analyzed of existing criteria of the sorption capacity of soils: morphological, physic and chemical properties. Was identified the degree change of stability soils in percent ratio.

Key words: stability, anthropogenic impact, sorption capacity, profile by soil, analysis.

УДК: 574.45 : 57.014 + 57.045

**ИЗМЕНЕНИЕ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ ЛУГОВЫХ СООБЩЕСТВ ПРИ СОЧЕТАННОМ ДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**

В.А. Жуйкова, Т. В. Жуйкова, Э. В. Мелинг
Нижнетагильская государственная социально-педагогическая академия, 622031, г. Нижний Тагил, ул. Красногвардейская, 57
zhujjkova.valia@rambler.ru.

Изучено изменение надземной фитомассы луговых сообществ фоновой и техногенно нарушенных территорий в разные вегетационные сезоны. Показано, что наиболее чувствительны к колебаниям погодно-климатических факторов сообщества фонового и слабо загрязненных участков. Устойчивость этих фитоценозов достигается за счет «сменно работающих» доминантов – представителей разнотравья. Наиболее устойчивым к загрязнению является Calamagrastis epigeios, стабильно доминирующий на загрязненных участках импактной зоны не зависимо от условий вегетационного сезона.

Ключевые слова: луговые фитоценозы, фитомасса, структура доминирования, химическое загрязнение, погодно-климатические факторы.

В качестве факторов лимитирующих биологическую продукцию чаще всего выступают: качество и количество света, обилие воды, наличие биогенных элементов и температурный режим. Кроме того, в крупных промышленных центрах растения различных луговых сообществ, выступающие в роли первичных продуцентов (основы

© В.А. Жуйкова, Т. В. Жуйкова, Э. В. Мелинг, 2010

трофической структуры экосистемы), находятся под влиянием техногенной нагрузки. В связи с этим настоящая работа посвящена изучению продуктивности луговых сообществ подверженных химическому действию при изменяющихся погодно-климатических условиях.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Изучение фитомассы (надземной и подземной) луговых сообществ было проведено на территории одного из промышленных центров Свердловской области (г. Нижний Тагил) в вегетативные сезоны 2006, 2009 гг. Формированию высокой антропогенной нагрузки в городе, способствует деятельность ряда ведущих промышленных предприятий: ОАО Нижнетагильский металлургический комбинат – суммарный выброс 66,850 тыс. т/год; ОАО Высокогорский горно-обогатительный комбинат – 31,320 тыс. т/год; Уралвагонзавод – 5,630 тыс. т/год; ОАО Уралхимпласт – 1,275 тыс. т/год; ОАО Нижнетагильский котельно-радиаторный завод – 1,022 тыс. т/год [4]. Общий уровень химического загрязнения на исследуемых участках (Si – суммарная токсическая нагрузка) оценен по содержанию подвижных форм тяжелых металлов в почве (Zn, Cu, Pb, Cd, Mn, Co, Ni, Cr, Fe), которое определяли методом атомно-абсорбционного спектрального анализа на спектрофотометре фирмы Perkin Elmer AAS 300.

Сбор надземной и подземной фитомассы проводили в период максимального развития травостоя (середина-конец июля). В исследуемых луговых сообществах методом случайной выборки закладывали по 10 учетных площадок размером 25×25 см. Отбор проб проводили методом монолитов [7]. Глубина взятия образца составила 28 см. Разбор почвенного образца производили вручную, не нарушая связи между надземной и подземной частями растений. Растения в пределах одной учетной площадки дифференцировали по видам и помещали в отдельным пакеты. Корни, оставшиеся в монолите, относили к группе «прочие». В лаборатории растительные образцы промывали водой и высушивали до атмосферно-сухого состояния. Фитомассу ($г/м^2$) определяли на электронных весах (Denver Instrument Compony AA – 200) с точностью до четвертого знака. Названия растений даны по сводке С. К. Черепанова [6].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение надземной фитомассы луговых сообществ, произрастающих в градиенте токсической нагрузки в 2001, 2003, 2006,

выявило отрицательную корреляцию между исследуемым показателем и уровнем химического загрязнения [1].

Вегетационный сезон 2009 г. отличался снижением фитомассы растений в фоновом и слабо загрязненных биотопах в 2,3 раза по сравнению с 2006 г. На участках же импактной зоны в 2009 г. наблюдалось повышение надземной фитомассы в 1,9 раз по сравнению с 2006 г. Это в целом привело к положительной корреляции между надземной фитомассой и уровнем загрязнения участков ($R^2$ = 0,95; $p$ = 0,007). Уравнение регрессии, отражающее зависимость между надземной фитомассой и уровнем загрязнения участков имеет следующий вид: $y_{\text{надз.}} = 205{,}64 + 2{,}25x + 0{,}12x^2$. Подземная фитомасса в градиенте загрязнения в исследуемые вегетационные периоды изменяется аналогично надземной. Таким образом, наиболее чувствительны к колебаниям погодно-климатических факторов фитоценозы фонового и слабо загрязненного участков.

Нами была проанализирована структура доминирования видов в надземной фитомассе исследуемых сообществ в разные вегетационные сезоны. Согласно Б. М. Миркину с соавт. [3], к доминантам отнесят виды, господствующие в сообществе по фитомассе. При выделении содоминантов принимали во внимание их отличие в долевом участии от видов, относящихся к группе прочих, и долю вклада в общую фитомассу. Вклад доминантов и содоминантов в общую фитомассу должен составлять более 50%.

В структуре сообщества фоновой зоны в 2006 г. значительна роль доминантов (39,5%) наряду с которыми выделяется один содоминант (22,8%). В 2009г. роль доминанта в этом фитоценозе фонового экотопа ослабляется (22,3%), при этом увеличивается число содоминантов до трех.

Химическое загрязнение в вегетационный сезон 2006г. приводит к снижению доли доминантов с 39,5% до 30,4%. В градиенте увеличивающегося загрязнения в этот год число содоминантов остается в пределах трех. В 2009г. действие токсикантов приводит, во-первых, к увеличению доли доминанта с 22 до 65 %. Разрыв между доминантом и содоминантом увеличивается: 1.00 отн. ед. – 1,2 раза; 22.78 отн. ед. – 1,8 раз. Во-вторых, в градиенте увеличивающегося загрязнения уменьшается число содоминантов с трех до одного. В-третьих, уменьшается доля видов группы «прочие». В надземной фитомассе сообществ, расположенных на фоновом и слабо загрязненном участках

разрыв между содоминантом и первым видом группы прочие составляет два раза, на участке с нагрузкой 22,78 отн. ед. – четыре раза.

Установлено, что на фоновом участке состав доминантов и содоминантов в 2009 г. изменился по сравнению с 2006 г. Ранее на фоновом участке в качестве доминанта выступал клевер средний (*Trifolium medium* L.) (39,5 % надземной фитомассы). Содоминантами были мятлик луговой (*Poa pratensis* L.) – 22,8 % и бедренец камнеломка (*Pimpinella saxsifraga* L.) – 10,8 %. В 2009 г. бедренец переходит из группы содоминантов в доминанты с долей участия в надземной фитомассе 22,3 %. Роль *T. medium* ослабляется, он переходит из доминантов в группу «прочие» (6,6 %).

Сообщества максимально загрязненных участков более стабильны по доминантному виду. В них доминирует вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth.). Однако его доля в надземной фитомассе колеблется в разные вегетационные сезоны: 2006г. – 30,4%, 2009г. – 44.5%. При этом в качестве содоминантов на этом участке в 2006 г. был донник белый (*Melilotus albus* Medik.)с долей участия 17,3 %, а в 2009 догя его участие снижается до 0,3 %.

Таким образом, химическое загрязнение приводит к усилению роли злаков за счет участия в сообществах загрязненной зоны вейника наземного. Однако ряд исследователей приходят к противоположным выводам. Так в работах М. Р. Трубиной и А. К. Махнева [5] показана обратная зависимость: в градиенте загрязнения уменьшается доля злаков, за счет снижения участия доминанта вейника тростникового (*Calamagrostis arundinaceae* (L.) Roth.).

Отмеченные выше колебания надземной фитомассы сообществ фонового и слабо загрязненных участков в разные вегетационные сезоны, свидетельствующие о повышенной чувствительности данных сообществ к погодно-климатическим факторам обусловлены сменой состава доминантов и содоминантов в этих сообществах. Возможно, что выше обозначенные представители разнотравья, преобладающие по фитомассе в сообществах этих биотопах обладают разной реакцией на погодно-климатические условия и химическое загрязнение. По мнению К. А. Куркина [2] в сообществах подбираются виды-содоминанты конкурентно однотипные, но экологически различные: оптимум одних приурочен к «сухим» годам, а других – к «влажным». Подобное можно отнести и к температуре. В итоге «сменно работающие» содоминанты, несмотря на переменность увлажнения и температуры, обеспечивают стабильность фитоценоза как целого.

Наиболее устойчивым к пессимальным факторам является вейник наземный (*C. epigeios* (L.) Roth.) более устойчив к пессимальным факторам. Даже в условиях загрязнения наблюдается усиление его позиций, за счет роли бобовых и разнотравья. Созданию благоприятных условий для разрастания злаков может способствовать обогащение почвы азотом бобовыми [2]. Вспышки массового размножения бобовых на лугах приурочены к сезонам с обилием осадков и пониженными температурами. Осадки, вымывая из почвы нитраты и подавляя процесс нитрификации, ослабляют рост злаков. В последующие годы обилие бобовых падает и как следствие наблюдается сильное разрастание злаков.

Таким образом, общая надземная и подземная фитомасса находится под контролирующим влиянием химического загрязнения и погодно-климатических условий вегетационного сезона. Роль химического загрязнения проявляется в формировании злаковых (вейниковых) сообществ по сравнению со злаково-разнотравными фитоценозами фоновых и минимально загрязненных участков. Различия в условиях вегетационного сезона приводят к изменению структуры доминирования в пределах сообществ фоновых территорий и роли доминанта на загрязненных участках.

*Работа выполнена по тематическому плану научно-исследовательских работ НТГСПА (задание Минобрнауки 2008-2011 гг. № 1.1.08).*

***Библиографический список***

1. *Жуйкова Т. В.* Реакция ценопопуляций и травянистых сообществ на химическое загрязнение среды: автореф. дис. … д-ра биол. наук : 03.00.16, 03.00.05. – Екатеринбург, 2009б. – 40 с.

2. *Куркин К. А.* Взаимоотношения растений в луговых фитоценозах: особенности, типы, механизмы // Экология. 1998. № 6. С. 419–423.

3. *Миркин Б. М., Розенберг Г. С., Наумова Л. Г.* Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М.: Наука, 1989. 223 с.

4. *О санитарно-эпидемиологической* обстановке в г. Нижний Тагил в 2009 году: гос. докл. / ТО Управ. Федер. службы по надзору в сфере защиты прав потреб. и благоп. чел. по Свердл. обл, в г. Н.Тагил и Пригор. р-не. – Нижний Тагил, 2010. – 228 с.

5. *Трубина М. Р., Махнев К. К.* Динамика напочвенного покрова лесных фитоценозов в условиях хронического загрязнения фтором // Экология, 1997, №2, с. 90-95.

6. *Черепанов С. К.* Сосудистые растения России и сопредельных государств: (в пределах бывшего СССР) – СПб. : Мир и семья, 1995. – 992 с.

7. *Шалыт М. С.* Вегетативное размножение и возобновление высших растений и методы его изучения // Полевая геоботаника / [ред. : А. А. Корчагин и др.]. – М. ; Л., 1960. – Т. 2. – С. 163–208.

## CHANGE IN POIUM EPITERRANEAN PHYTOMASS CAUSED BY COMBINED CHEMICAL POLLUTION AND WEATHER EFFECTS

V. A. Zhuikova, T. V. Zhuikova, E. V. Meling
Nizhniy Tagil State Socio-Pedagogical Academy Nizhniy Tagil,
zhujjkova.valia@rambler.ru
57 Krasnogvardeiskaya St., Nizhniy Tagil, 622031

We examined the change in poium epiterranean phytomass at different stages of vegetation seasons in areas affected by industrial production and in background areas. It's been proved that more sensible to weather changes are poiums of background and soft-polluted areas. Stability of these plant communities is achieved through «changeable» dominants, i.e. representatives of miscellaneous herbs. The most resistant to pollution is Calamagrastis epigeios, stably dominating at polluted parts of impacted area regardless of vegetation season conditions.

Keywords: poium plant communities, phytomass, domination structure, chemical pollution, weather and climate conditions.

УДК: 574.21 : 58.02

# ФЛУКТУИРУЮЩАЯ АСИММЕТРИЯ: РЕАКЦИЯ НА ХИМИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИ ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРАХ

Т.В. Жуйкова

Нижнетагильская государственная социально-педагогическая академия, 622031, г. Нижний Тагил, ул. Красногвардейская, 57/1, e-mail: hbfnt@rambler.ru

Изучено изменение величины флуктуирующей асимметрии листа *Betula pendula* в градиенте химического загрязнения почвы тяжелыми металлами при изменяющихся погодно-климатических факторах. Показано увеличение флуктуирующей асимметрии листа у растений загрязненных участков в неблагоприятные по погодно-климатическим условиям вегетационные сезоны. Последнее обусловлено повышением доли листьев с уровнем ФА выше критического значения. Зависимости показателя от условий вегетационного сезона у растений фоновой зоны не установлено. Наибольший вклад в общую изменчивость величины ФА на загрязненных участках вносят количество осадков в период с температурой выше 10 ºС и гидротермический коэффициент.

Ключевые слова: флуктуирующая асимметрия; химическое загрязнение; погодно-климатические факторы.

Вследствие экстенсивного характера развития производственных сил общества растет деградация природной среды. Ответ системы любого уровня на токсическое воздействие может протекать лишь в рамках эволюционно закрепленных механизмов, обеспечивающих стабильное их функционирование при изменении «традиционных» условий существования. Современные данные свидетельствуют, что при оценке экотоксических эффектов на организменном, ценопопуляционном и биоценотическом уровнях зачастую не учитывается влияние погодно-климатических факторов. Все наблюдаемые на техногенно нарушенных территориях эффекты сводятся к токсическому воздействию. Однако, можно предположить, что химическое загрязнение среды, лишь модифицирует ответ растительных систем на погодно-климатические факторы. В этой связи важно сочетать наблюдения за популяциями и сообществами техногенно нарушенных территорий с оценкой их ответа на условия вегетационного сезона. Последнее возможно лишь при длительном наблюдении на стационарных участках за популяциями и биоценозами. В данной работе представлены результаты исследования межгодовой

© Т.В. Жуйкова, 2010

изменчивости величины онтогенетической нестабильности березы повислой (*Betula pendula* Roth.), произрастающей на участках с разным уровнем химического загрязнения почвы.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Наблюдения за онтогенетической нестабильностью березы повислой проводили на стационарных площадках, расположенных в зоне действия сети промышленных предприятий горно-металлургического профиля (г. Нижний Тагил, Свердловская обл., южно-таежная зона). В основу работы положены экспериментальные материалы по флуктуирующей асимметрии признаков листовой пластинки березы повислой, собранные в период 2006–2009 гг. на фоновом и четырех техногенно нарушенных стационарных участках (уровень загрязнения оценен по содержанию тяжелых металлов в почве, суммарная токсическая нагрузка (*Si*) варьирует от 1 до 30 отн. ед.).

Биологический материал отобран и проанализирован в соответствии «Методическим рекомендациям…» [5]. В каждом биотопе ежегодно отбиралось по 10 листьев с 20 отдельных деревьев. Объем выборки составил 3800 листьев. На левой и правой сторонах листовой пластинки измеряли (мм) следующие признаки: 1) угол между главной жилкой и второй от основания жилкой второго порядка, 2) расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка, 3) расстояние между концами этих же жилок, 4) отношение (3) к (2) (расчетный признак), 5) длина второй от основания листа жилки второго порядка, 6) ширина листовой пластинки.

Статистический анализ результатов проведен с использованием стандартных методов описательной статистики. Зависимость флуктуирующей асимметрии (ФА) от уровня химического загрязнения участков и от условий вегетационного сезона оценивали с помощью регрессионного анализа ($R^2$), в том числе множественного регрессионного анализа (пошаговая модель). Долю влияния погодно-климатических факторов на уровень флуктуирующей асимметрии определяли однофакторным дисперсионным анализом. Множественные сравнения проведены S-методом Шеффе [2]. Анализ данных выполнен в ПСП Statistica-6.0 (StatSoft, Inc. 1984–2001).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице 1 представлены значения флуктуирующей асимметрии березы в период наблюдения. Сравнение значений ФА у растений фонового и всех загрязненных участков *S*-методом Шеффе в разные вегетационные сезоны показало значимые различия между ними только

в 2007 г. ($F$ (4; 96) = 3,97; $p < 0.01$). В этот вегетационный сезон наблюдалось повышение значений ФА у березы из техногенно нарушенных биотопов, наиболее выраженное у растений из импактной зоны (суммарная токсическая нагрузка – 22,78–30,0 отн. ед.).

В ходе анализа межгодовой изменчивости ФА у березы повислой, произрастающей в пределах одних и тех же участков установлено, что на фоновом участке (1,0 отн. ед.) показатель в период наблюдения (2006–2009 гг.) варьирует слабо ($C_v$ = 6,79±2,40%). На техногенно нарушенных участках показана средняя степень изменчивости признака (ФА) (от 11 до 22%). Выявлена закономерность: чем больше уровень токсической нагрузки, тем сильнее изменяется величина флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы в разные вегетационные сезоны ($R^2$ = 0.83; $df$ = 1; 3; $p < 0.03$) (рис.). Уравнение линейной регрессии, отражающее зависимость межгодовой изменчивости ($y$) исследуемого признака от уровня загрязнения на участках ($x$), имеет следующий вид: $y = 9{,}22 + 0{,}39x$. Последнее свидетельствует о сочетанном влиянии на стабильность развития растений погодно-климатических факторов и химического загрязнения. Близкие значения ФА у деревьев на фоновом участке в разные вегетационные сезоны, возможно, обусловлены устойчивостью березы повислой к колебаниям погодных условий. Высокие уровни химического загрязнения в техногенно нарушенных биотопах модифицируют реакцию березы на неблагоприятные погодно-климатические факторы, проявлением чего является повышение величины ФА и, как следствие, увеличение межгодовой изменчивости в популяциях березы из загрязненных биотопов.

Таблица 1.

**Уровень онтогенетической нестабильности у березы повислой в разные вегетационные сезоны (ФА)**

| *Год* | Токсическая нагрузка, отн. ед. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1,00 | 3,33 | 6,19 | 22.78 | 30.0 |
| 2006 | 0,072 ± 0.003 | 0,08 ± 0.006 | 0,087 ± 0.004 | 0,082 ± 0.004 | 0,073 ± 0.003 |
| 2007 | 0,068 ± 0.004 | – | 0,089 ± 0.01 | 0,093 ± 0.006 | 0,11 ± 0.003 |
| 2008 | 0,067 ± 0.003 | 0,074 ± 0.004 | 0,082 ± 0.004 | 0,069 ± 0.003 | 0,08 ± 0.004 |
| 2009 | 0,061 ± 0.003 | 0,063 ± 0.003 | 0,064 ± 0.003 | 0,066±0.003 | 0,07 ± 0.003 |
| $M \pm m$ | 0,067 ± 0,002 | 0,072 ± 0,004 | 0,081 ± 0,006 | 0,078 ± 0,006 | 0,083 ± 0,009 |

Примечание: $M$ – среднее арифметическое, $m$ – ошибка среднего арифметического; «–» – нет данных.

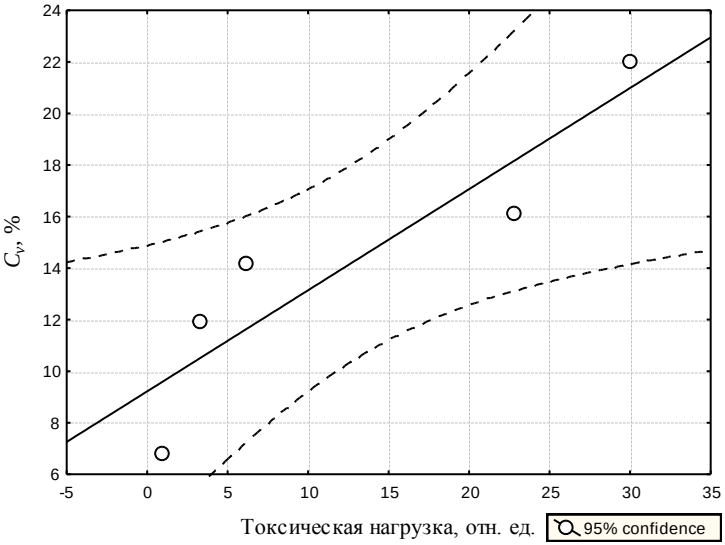



**Рис. Зависимость межгодовой изменчивости флуктуирующей асимметрии от уровня загрязнения участков**

На следующем этапе был проведен анализ зависимости величины флуктуирующей асимметрии у растений исследуемых участков от погодно-климатических факторов (гидротермического коэффициента Селянинова – ГТК (*a*) [4], количества осадков за период с температурой выше 10ºС (*b*), суммы активных (выше 10ºС) температур (*c*)). Установлено, что на фоновом и слабо загрязненном участках величина ФА не зависит от исследуемых климатических показателей ($R^2$ = 0,004–0,74*$10^{-6}$; $p$ = 0,60–0,99). Обратная картина наблюдается у растений в условиях сильного токсического воздействия. Величина ФА тесно связана с указанными погодно-климатическими факторами (табл. 2).

Таблица 2.

**Результаты множественного регрессионного анализа зависимости величины флуктуирующей асимметрии (*y*) от погодно-климатических факторов ($x_i$)**

| *Si, отн. ед.* | *df* | $R^2$ | *Уравнение множественной регрессии* |
|---|---|---|---|
| 6,19 | 1; 58 | 0,051 | $y = 0{,}012 + 0{,}0004x_c$ |
| 22,78 | 2; 57 | 0,19** | $y = 0{,}008 + 0{,}00007\,x_b + 0{,}00003x_c$ |
| 30,0 | 1; 58 | 0,53*** | $y = 0{,}03 + 0{,}04x_a$ |

Выявлена закономерность: вклад каждого отдельно взятого погодно-климатического фактора в общую изменчивость признака увеличивается с ростом токсической нагрузки на участках (табл. 3).

Таблица 3.

**Вклад погодно-климатических факторов в общую изменчивость флуктуирующей асимметрии, %**

| *Погодно-климатические факторы* | *Токсическая нагрузка, отн. ед.* | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1,0 | 6,19 | 22,78 | 30,0 |
| a | 0,014 | 1,64 | 14,0 | 51,5 |
| b | 0,79 | 5,16 | 19,0 | 52,95 |
| c | 0,79 | 5,16 | 19,3 | 52,95 |

Примечание: *a* – гидротермического коэффициента, *b* – количество осадков за период с температурой выше 10ºС, *c* – сумма активных (выше 10ºС) температур.

На максимально загрязненном участке величина ФА более, чем на 50% определяется количеством осадков, активными температурами и ГТК. В этой связи необходимо отметить, что 2007 год, в который, как было показано выше, наблюдалось повышение величины ФА у растений загрязненных участков, был наиболее неблагоприятным по погодно-климатическим условиям. Этот вегетационный сезон характеризовался избыточным увлажнением (ГТК = 2,1), по сравнению с остальными периодами (ГТК = 1,2–1,3 – достаточное увлажнение). Количество осадков в 2007 г. было в 1,7–1,9 раз больше, чем в другие годы. Сочетанное действие избыточного увлажнения и химического загрязнения привело к повышению величины флуктуирующей асимметрии у растений загрязненных участков.

В качестве нормы в экотоксикологических исследованиях чаще всего применяют диапазон, равный двум стандартным отклонениям ($M \pm 2S_m$), охватывающий почти всю выборку (95%). Выход за пределы этого диапазона диагностируется как проявление поражения [1]. В нашем исследовании в качестве критического уровня (Скр) ФА было выбрано среднее многолетнее значение Скр для растений фоновой территории. Уровень асимметрии принятый в качестве критического значения, при котором будут наблюдаться отклонения от нормы у более, чем у 5% особей рассчитываем как $C_{кр} = M_ф + 2S_{mф}$. Это и будет величина стабильности развития, которая отражает критическое состояние системы. Установлено, что данная величина равна 0,146.

На каждом участке была определена доля листьев (в данном случае лист рассматривается как особь [3], у которых величина флуктуирующей асимметрии выше $C_{кр}$.(табл. 4). Установлено, что именно в неблагоприятный по погодно-климатическим условиям год на загрязненных участках (*S*i = 6,19–30,0 отн. ед.) доля листьев с уровнем

ФА выше критического значения больше, чем во все остальные. Наиболее ярко это проявляется на максимально загрязненном участке.

Таблица 4.

**Частота встречаемости листьев с уровнем ФА выше критического, %**

| Год | Скр фона | Токсическая нагрузка, отн. ед. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1,00 | 3,33 | 6,19 | 22.78 | 30.0 |
| 2006 | 0,152 | 5,5 | 9,8 | 10,0 | 9,5 | 6,5 |
| 2007 | 0,149 | 3,5 | – | 14,5 | 14,0 | 25,5 |
| 2008 | 0,144 | 2,0 | 6,5 | 9,0 | 5,0 | 7 |
| 2009 | 0,134 | 3,0 | 3,5 | 3,5 | 5,5 | 6,5 |

Таким образом, онтогенетическая нестабильность в большей степени зависит от условий вегетационного сезона, чем от уровня токсической нагрузки. Химическое загрязнение лишь модифицирует реакцию растений на неблагоприятные погодно-климатические факторы. Установленный факт влияния условий вегетационного сезона (температуры воздуха и осадков, соотношения количества осадков и активных температур) на величину ФА листовой пластинки березы повислой, произрастающей, как в фоновых условиях, так и на антропогенно нарушенных территориях имеет большое значение для обоснования возможности и ограничения применения метода оценки качества среды по стабильности развития на техногенно нарушенных и природных территориях.

*Работа выполнена по тематическому плану научно-исследовательских работ НТГСПА (задание Минобрнауки в 2008-2010 гг., № 1.1.08).*

***Библиографический список***

1. *Безель В. С.* Экологическая токсикология: популяционный и биоценотический аспекты / В. С. Безель; под. ред. Е. В. Воробейчика. – Екатеринбург : Гощицкий, 2006. – 280 с.

2. *Гласс Дж.* Статистические методы в педагогике и психологии / Дж. Гласс, Дж. Стенли. – М. : Прогресс, 1976. – 495 с.

3. *Корона В. В.* Строение и изменчивость листьев растений. Основы модульной теории / В. В. Корона, А. Г. Васильев. – Екатеринбург : Екатеринбург, 2000. – 224 с.

4. *Романова Э. П.* Природные ресурсы мира : учеб. пособие / Э. П. Романова, Л. И. Куракова, Ю. Г. Ермакова. – М. : Изд-во МГУ, 1993. – 304 с.

5. *Методические* рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития

живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур); Введ. 16.10.03.№ 460-Р. – М., 2003. – 24 с.

## FLUCTUATING ASYMMETRY: THE REACTION TO CHEMICAL POLLUTION UNDER CHANGING CLIMATIC AND WEATHER FACTORS

T.V. Zhuikova
Nizhny Tagil State Social and Pedagogical Academy, 622031, Nizhny Tagil, Krasnogvardeiskaya, 57/1, e-mail: hbfnt@rambler.ru

The study deals with the value of fluctuating asymmetry of leaf *Betula pendula* along a gradient of heavy metal pollution of soil under changing climatic and weather factors. The increase of the value of fluctuating asymmetry is revealed in the polluted areas during vegetation periods characterized by adverse climatic and weather factors. This increase is represented in the ratio of leaves with the above-critical value of fluctuating asymmetry. The dependence of the value of fluctuating asymmetry on the conditions of vegetation period in the background zone is not registered. The most influential factors varying the value of fluctuating asymmetry in the polluted areas are the amount of precipitations at a temperature above 10 ºC and hydrothermic coefficient.

Key words: fluctuating asymmetry, chemical pollution, climatic and weather factors

УДК 582.29:581.91:351.777.6

## ИССЛЕДОВАНИЯ ЛИШАЙНИКОВ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ ОБЪЕКТА УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ ЩУЧАНСКОГО РАЙОНА КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Л.Г. Завьялова, С.Ю. Максимовских
Региональный центр по обеспечению государственного экологического контроля и мониторинга объекта по хранению и уничтожению химического оружия Курганской области,
640018, г. Курган, ул. Сибирская 8, e-mail: ZavyalovaL2006@yandex.ru.

В статье представлены результаты исследования видового состава лишайников санитарно-защитной зоны объекта по уничтожению химического оружия Щучанского района. Подобран спектр индикаторных видов для биомониторинга.

Ключевые слова: экологический мониторинг; санитарно-защитная зона; лишайники; эпифитная флора; индикаторные виды.

На биоразнообразие как природных, так и антропогенно трансформированных ландшафтов влияют многочисленные

© Л.Г. Завьялова, С.Ю. Максимовских, 2010

антропогенные факторы, которые могут привести к исчезновению различных видов. Экологические исследования необходимо проводить повсеместно, но особого внимания заслуживают места, где экологическая ситуация может значительно измениться из-за воздействия человека на природные комплексы или в результате техногенных аварий [1]. На территории Щучанского района Курганской области расположен объект по уничтожению химического оружия (объект УХО). Программа фонового экологического обследования в зоне влияния объекта включает наблюдение за состоянием окружающей природной среды на территории, прилегающей к объекту УХО в радиусе до 3 км в пределах санитарно-защитной зоны (СЗЗ). Санитарно-защитная зона является обязательным элементом любого промышленного предприятия и других объектов, которые могут быть источниками химического, биологического или физического воздействия на окружающую среду и здоровье человека.

При воздействии объекта УХО на окружающую среду следует считаться с возможностью химического воздействия, связанного с миграцией продуктов детоксикации фосфорорганических отравляющих веществ в атмосферу. Лишайники, характеризующиеся сравнительно простым строением и обладающие малой способностью к авторегуляции, являются хорошими индикаторами атмосферных загрязнений. Вследствие этого эти организмы часто используют для мониторинга качества атмосферного воздуха. Известно, что общие изменения структуры лишайниковых сообществ под воздействием загрязнения проявляются в уменьшении числа видов и обилия чувствительных видов, смене субстратов, изменении спектра чувствительных форм, что делает их приоритетными тест-объектами в системе биомониторинга [1, 2, 5].

С мая по сентябрь 2007-2009 гг. на территории СЗЗ объекта УХО Курганской области проводилось исследование экологического состояния природного комплекса для получения фоновых характеристик объектов окружающей среды.

В ходе маршрутных полевых работ исследовался растительный покров и лихенофлора СЗЗ. В камеральных условиях анализировался материал полевых исследований, определялась жизненная форма лишайников, уточнялась видовая принадлежность.

Исследуемая территория СЗЗ покрыта лесом на 40%. Растительность представлена сочетанием разрозненных зональных лесных и лугово-степных сообществ, входящих в лесостепной

комплекс. Древесный ярус представлен *Betula krylovii, B. pubescens*, возможно и их гибридами, к основным породам часто примешивается осина, а также есть лесопосадки сосны. Во всех лесных точках обнаружена гибель древостоя, причины вероятно в периодическом подтоплении, происходящем при подъёме грунтовых вод.

Лихенобиота СЗЗ характеризуется относительно невысоким видовым разнообразием и насчитывает 42 вида из 23 родов и 9 семейств. Представлены лишайники следующих семейств: *Parmeliaceae* − 13 видов, *Cladoniaceae* − 9 видов, *Physciaceae* − 7, семейства *Teloschistaceae* и *Lecanoraceae* по 3 вида. Семейство *Trapeliaceae* представлено двумя видами, и *Alectoriaceae, Arthopyreniaceae, Lecideaceae* по одному.

В экологическом отношении лишайники СЗЗ принадлежат к трём группам – эпифиты, эпиксилы и эпигеиды, среди которых преобладают эпифиты (64%). Чистые берёзовые древостои не отличаются высоким видовым разнообразием лишайников. К наиболее массовым видам эпифитных лишайников в берёзовых лесах относятся *Hypogymnia physodes, Parmelia sulcata, Cladonia coniocraea, Lecanora symmicta, Melanelia olivacea, Flavopunctelia soredica.* Значительное увеличение разнообразия видов придаёт осина. Массовыми видами эпифитных группировок лишайников развивающихся на осине, являются виды родов *Caloplaca, Physcia, Phaeopyscia, Xanthoria.* Из наиболее чувствительных к атмосферному загрязнению лишайников, по данным [3] на территории СЗЗ встречаются *Hypogymnia tubulosa, Evernia prunastry, Lecanora symmicta, Usnea hirta.*

Среди жизненных форм лишайников преобладают листоватые (40%) и кустистые (36%) виды. Среди кустистых лишайников преобладают виды из семейства *Cladoniaceae.*

Установлено, что при повышении степени загрязнения воздуха первыми исчезают кустистые, затем листоватые и последними − накипные формы лишайников [2, 3]. Из всех экологических групп лишайников наибольшей чувствительностью обладают эпифитные лишайники [2]. Они чувствительны к изменению содержания в воздухе ряда химических элементов и соединений, входящих в состав выбросов большинства промышленных производств.

Проведённые исследования характеризуют фоновое состояние экосистемы и является базовой для биомониторинга в зоне СЗЗ объекта УХО Щучанского района Курганской области. Показателем условий существования служит общее число видов, обитающих в данном месте.

Его уменьшение может указывать на изменение (загрязнение) раньше, чем выявится снижение общего количества особей или плодородия. Наличие списка видов лишайников как для всей территории, являющейся объектом изучения, так и для отдельных её частей, позволит достаточно надёжно оценивать состояние воздушного бассейна района и провести сравнение качества воздуха частей обследованной территории.

***Библиографический список***

1. *Ашихмина Т.Я. и др.* Зона защитных мероприятий и состояние окружающей среды на её территории (по материалам экспедиционных исследований). Киров : ВятГГУ, 2005. Вып. 4. Ч. 2. 48 с.

2. *Бязров Л.Г.* Лишайники в экологическом мониторинге. М.: Научный мир, 2002. 336 с.

3. *Инсаров Г.Э, Инсарова И.Д.* Лишайники в условиях фонового загрязнения атмосферы двуокисью серы // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. Т. 9. С. 242-257.

4. *Пауков А.Г., Трапезникова С.Н.* Определитель лишайников Среднего Урала. Екатеринбург :Изд-во Урал. Ун-та, 2005. 207 с.

5.*Пчёлкин А.В.* Лихенометрические исследования в Кроноцком заповеднике //Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Л.: Гидрометеоиздат. 1982. Т.5. С 131-135.

6. *Шингаренко Т.А, Плотникова О.М.* О системе экологических наблюдений за состоянием природной среды в зоне защитных мероприятий объекта хранения и уничтожения химического оружия Щучанского района Курганской области. // Теоретическая и прикладная экология. 2007. № 2, С. 88-92.

STUDING OF LICHENS THE SANITARY-PROTECTIVE ZONE OF CHEMICAL WEAPON DESTRUCTION OBJECT IN THE SHUCHANSKY DISTRICT IN THE KURGAN REGION

L.G. Zavyalova, S.Y.Maximovskykh
The Regional center for government and ecological control and monitoring under the objects of storage and distraction of chemical weapons in Kurgan region (RC GEC&M), 640022, Russia, Kurgan, Siberian st., 8,
e-mail: ZavyalovaL2006@yandex.ru

The summary: In article results of investigation of specific structure lichens of a sanitary-protective zone of the chemical weapon destruction object in the Shchuchansky district are presented. A specter of indicator species lichens for biomonitoring is selected.

Key words: ecological monitoring; a sanitary-protective zone; lichens; epiflora; indicator species.

УДК 556.535

# НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ СЕВЕРА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ (НА ПРИМЕРЕ ПОЧВ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ)

А.А. Зимовец
Южный федеральный университет, 344090, г. Ростов-на-Дону, ул. Зорге, 40, Россия, mir-zagadka@yandex.ru

Данное исследование посвящено анализу результатов, полученных в ходе экспедиции, организованной для изучения содержания и распределения валовых форм тяжелых металлов в различных типах почв в ноябре 2009 г. Представлены пространственное распределение и радиальная дифференциация концентраций тяжелых металлов в почвенном покрове. Содержание большинства металлов в различных типах почв не превысило нормативных показателей и находилось на уровне фоновых значений или незначительно превышало его.

Ключевые термины: радиальная дифференциация; тяжелые металлы; валовая форма; урбопочвы.

Почвы являются интегральным индикатором многолетнего загрязнения окружающей среды в целом. С одной стороны, рассматриваемый компонент природы является депонирующей средой, обуславливающей особенности накопления, перераспределения по почвенному профилю и трансформации загрязняющих веществ, и как следствие их доступность живым организмам. С другой, почвы –

© А.А. Зимовец, 2010

основной поставщик различных токсичных соединений вследствие миграции их в подземные и поверхностные воды с гумусовыми веществами, а также с поступлением почвенной влаги в растения.

В данной работе приведены результаты определения валовых форм Ni, Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, Co, Fe и Mn в почвенном покрове на территории, прилегающей к устьевой области реки Северная Двина. Представленное исследование явилось частью регулярных научных изысканий, проводимых в данном регионе с 2004 г. в различные сезоны [5-7].

В ходе экспедиционных работ в осенне-зимний период производился отбор почвенных колонок различной мощности (от 20 (д. Турдеево) до 50 (с. Усть-Пинега) см) с последующей их стратификацией по 5 см. Стоит отметить, что мощность отобранных почвенных разрезов обусловлена глубиной промерзания почвогрунтов. Апробация почвенного покрова была проведена как в пределах селитебных и техногенных ландшафтов (гг. Архангельск и Новодвинск), так и в естественных условиях в низовьях р. Пинега. Таким образом, исходя из особенностей формирования и морфологического строения профиля, в пределах изучаемой территории выделяются следующие группы почв: *естественные* (условно-ненарушенные), *природно-техногенные* (поверхностно-преобразованные или урбопочвы) и *антропогенно-глубокопреобразованные* (собственно убраноземы). Всего было отобрано 33 пробы. Определение валовой формы тяжелых металлов (ТМ) производилось методом эмиссионного спектрального количественного анализа на спектрографе C. Zeiss, Jena (ГДР).

Установлено, что распределение, трансформация и миграция ТМ в почвенном покрове определяются совокупностью природных и антропогенных факторов и процессов. Для исследуемого региона характерны специфический термический режим, обусловленный продолжительной холодной зимой и коротким прохладным летом, прогрессирующее переувлажнение и заболачивание земель, а также повышенная кислотность почвенного покрова (pH ниже 7,0). При этом стоит отметить, что величины pH городских почв сдвинуты в щелочную сторону (6,1-6,7) по сравнению с пригородными почвами (4,5-4,6) ,что, скорее всего, связано с повышенным содержания обменных катионов (магния, кальция) [2].

Также повышенная заболоченность территории обусловила повышенное содержания Fe в различных компонентах природы, в том числе и почвенном покрове. Так для всех исследуемых металлов

установлена существенная корреляционная зависимость ($r_{xy}$> 0,35) с содержанием Fe в почвах, что свидетельствует о важной роли его оксидов и гидроксидов в распределении и поведении ряда микроэлементов, особенно Ni ($r_{xy}$= 0,56) и Zn ($r_{xy}$=0,64).

В геологическом отношении долина р. Северная Двина представляет собой структуру, заполненную песчано-глинистыми отложениями позднечетвертичного и современного возраста: флювиогляциальными, морскими, аллювиальными и озерно-болотными. Глинистые отложения встречаются в виде небольших по мощности прослоев и линз. На правобережье Северной Двины наблюдается места выхода известняков верхнего-среднего карбона [1]. На подстилающих четвертичных отложениях в пределах исследуемой области сформировались почвы аллювиальные речных долин и морских побережий, гидроморфные и полугидроморфные постоянного и временного избыточного увлажнения, а также северотаежной зоны – подзолистые. В особую группу выделяются городские почвы (урбопочвы, урбаноземы) и почвы сельскохозяйственного назначения (урбопочвы). Характерной чертой всех отобранных проб было доминирование супесчаных и песчаных фракций в почвах. В связи с этим стоит ожидать локальное улучшение фильтрационных свойств почвенно-грунтовой толщи, что способствует миграции техногенных загрязняющих веществ в сопредельные среды.

Следует отметить, что исследуемая территория подвержена существенному антропогенному влиянию, что приводит к возрастанию содержания ТМ во всех компонентах, в том числе почвенном покрове, и изменению природного круговорота их форм нахождения и миграции. К основным источникам загрязнения окружающей среды являются предприятия электроэнергетики, целлюлозно-бумажной промышленности, транспорт и жилищно-коммунальное хозяйство.

Анализ всего массива данных свидетельствует о значимых вариациях концентраций металлов в почвенном покрове района исследований (табл. 1).

Наиболее высокие значения содержания ТМ были определены для природно-техногенной группы почв. Однако в отобранных образцах для ряда элементов их содержание не превысило ПДК/ОДК. Обратная картина наблюдается для Cd и Cr, для которых отмечается небольшое превышение нормативов в 42 % и 33 % случаях соответственно. Полученные нами данные были несколько ниже, чем результаты более ранних работ [2-3]. Скорее всего, это связано, с одной стороны, с более

облегченным гранулометрическим составом отобранных нами проб, с другой, с тем, что исследования проводились в осенний период, когда роль такого важного фактора, контролирующего поведение металлов, как органическое вещество, несколько снижена в связи с неблагоприятными термическими условиями.

Таблица 1.

**Вариации концентраций тяжелых металлов (мкг/г с.в.) в различных группах почв***

| *Группы почв* | *Ni* | *Cu* | *Pb* | *Zn* | *Cd* | *Cr* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| естественные | 39-45<br>41,3 | 14-29<br>21,8 | 8,6-20<br>11,8 | 36-50<br>44,2 | 0,3-0,66<br>0,46 | 86-230<br>150,8 |
| природно-техногенные | 35-58<br>45,3 | 13-33<br>21,2 | 8,7-25<br>17,0 | 36-61<br>50,3 | 0,3-0,69<br>0,47 | 78-330<br>170,6 |
| антропогенно-глубокопреобразованные | 36-44<br>40,0 | 12-33<br>21,0 | 8,7-16<br>11,4 | 36-51<br>44,7 | 0,3-0,61<br>0,45 | 86-240<br>146,4 |
| ПДК/ОДК | 85 | 55 | 30 | 100 | 0,5 | 100 |
| Местный фон | 41,3 | 21,8 | 11,8 | 44,2 | 0,46 | 150,8 |

*Примечание: в числителе указан интервал изменения концентраций, в знаменателе – среднее значение

Минимальные уровни содержания для большинства исследуемых ТМ выявлены на ст. «р. Пинега». Данный участок можно принять за местный фоновый уровень, почвы которого относятся к группе естественных. Максимальные концентрации практически всех изучаемых металлов (Ni (58 мкг/г, превышение фонового значения в 1,4 раз), Pb (25,00, в 2,2 раза), Zn (61,0 мкг/г, в 1,4 раза) и Fe (38,0 мг/г, превышение фона в 1,6 раз)) обнаружены в урбопочвах Новодвинска, что, скорее всего, связано с влиянием промышленности и автотранспорта города. Высокие содержания Cu (33,0 мкг/г, превышение фона в 1,5 раза) обнаружены в урбаноземах ст. «Соломбала», Cd (0,69 мкг/г, превышение фона в 1,1 раза) и Cr (214,4 мак/г, превышение фона в 1,4 раза) – в урбопочвах в районе с. Усть-Пинега, где наиболее вероятными источниками поступления металлов в почву являются продукты сгорания топлива. В частности, в расположенном неподалеку поселке, по сей день применяется печное отопление.

Анализ радиального распределения ТМ показал, что практически на всех станциях наблюдается увеличение концентраций с глубиной.

Скорее всего, это связано с особенностями их формирования в условиях влажного и прохладного климата, где выщелачивание элементов вниз по профилю выше, чем их накопление, при условии отсутствия существенного привноса этих элементов в почву из вне. При этом аккумуляция поллютантов в более глубоких горизонтах почвы не снижает экологического риска негативных последствий загрязнения, поскольку металлы, поступая в грунтовые воды, остаются доступными для растений и микроорганизмов.

Обратная картина наблюдается в почвах, поверхностный слой которых претерпел существенное преобразование в ходе антропогенной деятельности (урбопочвы и урбоземы), что объясняется интенсивностью привноса ряда металлов из воздушной среды в почвенный покров по сравнению с его потенциальной способностью к самоочищению. Так в почвах на ст. «Новодвинск» отмечается повышенное содержание Cd (0,5 мкг/г) в горизонте 0-5 см, а для поверхностного горизонта урбаноземов ст. «Соломбала» характерным поллютантом является Pb (16 мкг/г). По-видимому, для ст. «Новодвинск» образование области локального загрязнения, по-видимому, связано с ветровым переносом золы ТЭС АЦБК, золошлаки которой обогащены многими токсичными элементами и соединениями и легко переносятся на дальние расстояния. Ст. «Соломбала» расположена в непосредственной близости от автостоянки легкового транспорта, выхлопы которого являются постоянно действующим источником поступления Pb.

Таким образом, выявлено, что урбопочвы содержат более высокие концентрации валовых форм всех исследуемых металлов по сравнению с естественными почвами и урбаноземами. При этом небольшое превышение установленных нормативов (ПДК/ОДК) отмечается для Cd и Cr, основными источником поступления которых является сжигание ископаемого топлива. По суммарному показателю загрязнения для исследуемой территории как в естественных почвах, так и в урбоземах существенного загрязнения тяжелыми металлами не обнаружено, что, скорее всего, связано со спецификой почвообразовательного процесса данного региона, а также доминированием супесчаных и песчаных фракций в структуре почв. Анализ вертикального распределения тяжелых металлов по профилю почв показал, что практически на всех станциях наблюдается увеличение концентраций с глубиной, лишь на некоторых исследуемых участках отмечаются локальные участки повышенного содержания металлов в поверхностном слое почвы.

*Работа выполнена при финансовой поддержке грантов Президента РФ МК-2100.2009.5., НШ-8030.2010.5, Г/к № 02.740.11.0334, РФФИ (проект № 09-05-00337).*

***Библиографический список***

1. *Малов А.И.* Анализ формирования гидрохимического режима в водоносных комплексах Северо-Двинской впадины // Водные ресурсы, 1980. № 2. С. 66-76

2. *Попова Л.Ф.* Особенности накопления тяжелых металлов почвами и растениями в условиях промышленного города // www.rae.ru

3. *Попова Л.Ф., Пилюгина М.В.* Особенности кумуляции и миграции химических элементов I класса опасности в почвах урболандшафтов г. Архангельска // www.rae.ru

4. Проблемы экологии Архангельской области на рубеже веков: приоритеты, направления, стратегии. / *Под ред. проф. М. Шрага*, Архангельск: Изд-во СМГУ, 2002. С. 88-95

5. *Федоров Ю.А, Зимовец А.А., Овсепян А.Э., Доценко И.В.* Физико-химическая обстановка как один из факторов, оказывающих влияние на формы нахождения ртути в окружающей среде бассейна р. Северная Двина // Материалы XVIII Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Москва, 2009. Т. IV. С. 306-311

6. *Федоров Ю.А., Зимовец А.А., Доценко И.В., Овсепян А.Э.* Физико-химическая обстановка в системе «вода–почвы–донные отложения» Севера ЕТР // Сборник трудов IX Международной конференции «Новые идеи в науках о Земле». Москва, 2009. С. 64

7. *Федоров Ю.А., Овсепян А.Э., Зимовец А.А., Хромов М.И.* Комплексная эколого-геохимическая экспедиция в устьевой области Северной Двины в весенне-зимний сезон 2008 г. // Изв. вузов. Сев.-Кав. регион. Естеств. науки. 2009. №1. с. 110-114

SOME FEATURES OF HEAVY METALS DISTRIBUTION IN SOILS OF THE NORTH EUROPEAN TERRITORY OF RUSSIA (ON EXAMPLE ARKHANGELSK AREA'S SOILS)

A.A. Zimovec
South Federal University, 344090, Rostov-on-Don, Zorge, 40, Russia,
mir-zagadka@yandex.ru

The present research is devoted to the analysis of the results obtained during the expedition organized to study the content and distribution of total forms of heavy metals in various types of soils in November 2009. Spatial distribution and radial differentiation of heavy metals concentrations in the soil cover are presented. The content of the majority of metals in various types of soils has not exceeded standard indicators and was at level of background values or slightly exceeded it.

Key words: radial differentiation; heavy metals; total form; urban soils

УДК 504.054

# ДАННЫЕ ПО ЗАГРЯЗНЕНИЮ АТМОСФЕРЫ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

А.Х. Ибрагимова
Уфимская государственная академия экономики и сервиса, 450078, Башкортостан, г. Уфа, ул. Чернышевского, 145, e-mail:post @ ugaes.ru

Атмосфера Республики Башкортостан подвергаются интенсивному антропогенному воздействию. На территории республики расположены более 200 отраслей промышленности, автопарк насчитывает около 1226 тыс. единиц автомототранспортных средств. Установлено, что главным загрязнителем атмосферы является автотранспорт.

Ключевые слова: атмосфера; промышленность; автотранспорт; геоэкологические районы; территориально–производственные комплексы.

Определяющим фактором качества воздуха является поступление в атмосферу загрязняющих веществ в результате деятельности предприятий и организаций промышленного и аграрного комплексов, а также от автомототранспортных средств. На территории Республики Башкортостан расположены предприятия и организации более 200 отраслей промышленности (нефтедобывающая, нефтеперерабатывающая, нефтехимическая, химическая, электроэнергетическая, черная и цветная металлургия, лесная и деревообрабатывающая, машиностроение, металлообработка,

© А.Х. Ибрагимова, 2010

авиационная, целлюлозно-бумажная, производство строительных материалов, пищевая и проч.), более 4 тысяч промышленных предприятий и организаций имеют источники выбросов загрязняющих веществ, а республиканский автопарк насчитывает около 1226 тыс. единиц автомототранспортных средств (в 2005 г. – 840 тыс.). В атмосферном воздухе республики в результате эксплуатации данных объектов в 2008 г. содержались примеси 427 наименований. Главным образом, выбросы определяются высокими концентрациями бенз(а)пирена, формальдегида, диоксида азота, которые являются основными компонентами выхлопных газов автотранспорта.

Оценка объёмов выбросов в атмосферу от стационарных и передвижных источников проводилась в рамках трёх геоэкологических районов, выделенных на территории Башкортостана.

Характерные изменения состояния природных комплексов в разрезе физико-географических районов в зависимости от вида и степени техногенной нагрузки дают возможность выделить на территории Башкортостана 3 геоэкологических района — территориально–производственные комплексы:

1. Западный, где основная отрасль, воздействующая на экосферу — нефтедобыча;

2. Центральный, включающий в себя главные промышленные центры республики: Уфа, Стерлитамак, Салават, с нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, нефтехимической, химической, электроэнергетической отраслями промышленности;

3. Восточный, включающий крупные промышленные города: Учалы, Сибай, Баймак, в которых градообразующими являются предприятия горнорудного комплекса.

Установлено, что с 2000 по 2008 гг. в Западном районе объёмы выбросов от передвижных источников (86,82 тыс.т) в 4,5 раз превышают объёмы выбросов от стационарных (19,04 тыс.т) (табл.1, рис.1).

Таблица 1

**Объем загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных и передвижных источников в 2000-2008 гг.**

| *Западный территориально-производственный комплекс* | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| Стационарные источники | 19,3 | 19,7 | 18,8 | 18,6 | 18,54 | 16,33 | 12,37 | 28,73 | 25,66 |
| Передвижные источники | 95,5 | 84 | 103 | 74,5 | 86,5 | 83,9 | 85,24 | 82,63 | 87 |

Рис.1

Объем загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных и передвижных источников в Западном территориально-производственном комплексе в 2000-2008 гг., тыс. т



В Центральном районе значения объёмов выбросов от передвижных и стационарных источников колеблются в интервале от 274,27–302,5 тыс.т. соответственно (табл.2, рис.2).

Таблица 2

**Объем загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных и передвижных источников в 2000-2008 гг.**

| *Центральный территориально-производственный комплекс* | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| Стационарные источники | 337,9 | 368 | 319,3 | 331,4 | 280,4 | 280,1 | 265,7 | 278,3 | 261,9 |
| Передвижные источники | 269 | 266 | 283,7 | 217,8 | 261,5 | 237,1 | 305,3 | 251,2 | 357,2 |



В Восточном районе картина аналогична картине в западном районе: объёмы выбросов от передвижных источников (44,9 тыс. т) в 4,7 раз превышают объёмы выбросов от стационарных источников (9,5 тыс.т) (табл.3, рис.3).

Таблица 3

**Объем загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных и передвижных источников в 2000-2008 гг.**

| *Восточный территориально-производственный комплекс* | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| Стационарные источники | 12,2 | 11,4 | 11,1 | 8,4 | 8,7 | 9,14 | 7,6 | 7,73 | 7,48 |
| Передвижные источники | 71,4 | 56,7 | 70,3 | 36 | 40,1 | 26 | 30 | 29,6 | 33,4 |




Объем выбросов загрязняющих веществ Башкортостане от стационарных и передвижных источников в 2008 г. составил 1130,8 тыс. т. Вклад автотранспорта в эту величину – 713,4 тыс.т, или 63 %.( в 1987 г. – 28%).

Таким образом, на сегодняшний день главным загрязнителем всей территории является автотранспорт.

***Библиографический список***

1. Государственные доклады о состоянии окружающей природной среды Республики Башкортостан в 2004 - 2008 гг. Уфа, 2005-2009гг.

## DATA ON AIR POLLUTION OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

A.K. Ibragimova

Ufa State Academy of Economics and Service, 450078, Bashkortostan, Ufa, ul. Chernyshevskogo, 145, e-mail: post@ugaes.ru

The atmosphere of the Republic of Bashkortostan are subjected to intensive anthropogenic impact. On the territory of the republic there are more than 200 industries, fleet numbers about 1,226 thousand units of motor vehicles. Established that the main atmospheric pollutant transport is.

Keywords: atmosphere; Industry; vehicles; geo-ecological areas; clusters.

УДК 574

# ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЧВ НЕКОТОРЫХ СЕЛИТЕБНЫХ ЛАНДШАФТОВ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА

Н.Г Иващенко [1], А.В Алексеенко [2]

[1] Кубанский государственный технологический университет, 350042, Россия, г. Краснодар, ул. Московская, 2, e-mail: natalia.ivashenko@mail.ru.

[2] Московский государственный университет, 119992, Россия, Москва, Ленинские горы, e-mail: iozik91@mail.ru.

Формирование городов в условиях юга Европейской части России приводит к увеличению содержаний в почвах: Li, Co – в 1,5 раза; Ba, Cu – в 2,5-3 раза, Zn – в 3,3 раза, а Pb – в3.5 раза. С увеличением транспортной нагрузки в уже существующих городах в почвах возрастает содержание химических элементов. По величинам ПАН они располагаются в следующем порядке: (в скобках величина ПАН в т/км$^2$): Ti (969,2) > Ba (288,0) > Sr (202,8) > Mn (107,8) > Co (13,8) > Ag (0,035). При этом существенно возрастает неравномерность их распределения. Связь неравномерности распределения элементов в почве и возрастанием транспортной нагрузки не установлена. Эколого-геохимическая трансформация природной среды прослежена на расстояние до десяти км от г. Краснодара.

Ключевые слова: антропогенная нагрузка, геохимические изменения, коэффициент вариации, загрязнение почв, интенсивность движения, показатель абсолютного накопления (ПАН).

Селитебные ландшафты сами по себе являются продуктами многовековой антропогенной трансформации природной среды. Однако их интенсивные изменения, особенно геохимические, начались в прошлом веке. Эти изменения к настоящему времени достигли такого состояния, что стали оказывать влияние на безопасность жизнедеятельности людей. Основными источниками таких изменений (а их можно считать своеобразным «загрязнением» природной среды) в населенных пунктах являются промышленные предприятия и транспорт.

В настоящей работе рассматривается влияние городского транспорта на трансформацию среды, однако уже не природной, а техногенной, в которой основная часть человечества проводит большую часть времени. Естественно, что и сформировавшиеся к настоящему

© Н.Г Иващенко, А.В Алексеенко, 2010

времени селитебные ландшафты, и происходящие в них под влиянием транспорта изменения могут весьма существенно отличаться в зависимости от климатических и ландшафтно-геохимических условий, а также преобладающего вида антропогенной деятельности. И все же должны быть общие закономерности, которые можно установить, изучив населенные пункты с различной антропогенной нагрузкой и находящиеся в различных природных условиях.

В данной работе приводятся сведения о Краснодаре и двух станицах. Все они расположены на предгорной равнине юга Европейской части России. В городе Краснодаре развита металлургическая, машиностроительная, электротехническая, химическая, легкая и пищевая промышленности, число жителей около 1 млн. человек. Станица Елизаветинская расположена примерно в 10 км от города Краснодара и может рассматриваться как его пригород с населением около 20 тыс. человек. Станица Динская расположена примерно в 30–40 км от Краснодара с населением около 34 тыс. и предприятиями по переработке сельскохозяйственной продукции.

Загрязнение почв, связанное с транспортной нагрузкой, весьма специфично. Условно его можно разделить на три части: 1–связанное с истиранием дорожного покрытия и деталей самих транспортных средств, 2–выхлопными газами и 3–с просыпанием перевозимых грузов. Как показали ранее проведенные исследования, указанные особенности часто приводят к формированию вдоль транспортных артерий прерывистых геохимических аномалий с весьма различным содержанием загрязняющих веществ. Это является, в определенной мере, осложняющим фактором при изучении загрязнения, вызываемого транспортом.

В соответствии с законом развития изменений в ландшафте [3] изменения со временем скажутся во всех его частях. Однако депонирующей средой, наиболее продолжительное время сохраняющей загрязняющие вещества, является почва. Данная работа построена на результатах анализов проб почв. Всего использовано 2730 элементоопределений. Все приводимые данные определены с вероятностью 95%. Пробы почв отбирались на глубине до 30 см с площади радиусом 3-5 м. Средний вес литохимической пробы составлял 400г.

В Краснодаре среднее содержание значительной части химических элементов на глубине до 30 см независимо от

интенсивности движения транспорта выше кларка по ВиноградовуА.П.,[4] а некоторых элементов – ниже.

Так у 8 элементов фоновое содержание выше кларка: Ge в 1,26 раза, Li,Co,Sr в 1,5 раза; Ba, Cu в 2-3 раза, Zn– в 3,3 раза, Pb в 3.5 раза. Меньше кларка в 1,3-2,5 раза оказались фоновые содержания шести элементов:Ag, Ni, Mo,Sn, Cr, Ga.

В станице Елизаветинской фоновое содержание в почве, повышенное относительно кларка, характерно для тех же элементов, что и в Краснодаре. Однако число их меньше (7, а не 8), а сами содержания несколько (до 1,7 раза) меньше, чем в Краснодаре. Фоновые содержания ниже кларка характерны (как и для Краснодара) для Ag, Cr, Ga, Sn, Mo, а также для Mn. В почвах удаленной от Краснодара станицы Динской выше кларка содержание из 6 элементов: у Ba, Co, Cu, Li, Pb и Zn в 1,2-2,3 раза.

Установленные отличия, связанные во многом с антропогенной трансформацией природной среды, оказали влияние на развитие отличий в почвах всех трех населенных пунктах. В почвах Краснодара в 1,2-2,0 раза выше (с вероятностью 95%) фоновые содержания, чем в почвах станицы Динской (она отличается меньшим числом жителей и меньшей промышленной нагрузкой) 14 элементов: Ag, Ba, Co, Cr, Cu, Ga, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, Ti, V, Zn. В почвах станицы Елизаветинской, расположенной практически рядом с Краснодаром, ниже в 1,2-1,7 раза фоновые содержания только 4 элементов: Ag, Ba, Li и Ti. Это дает основания для предположения о том, что в результате атмосферного переноса от г. Краснодара идет довольно интенсивная антропогенная трансформация содержаний элементов на расстоянии минимум 10 км.

Таким образом, в почвах Краснодара и станиц в конкретных природных условиях антропогенная деятельность привела к формированию новых, отличных друг от друга геохимических систем – почв селитебных ландшафтов. Рассмотрим, как в этих техногенных системах произошла дальнейшая трансформация эколого-геохимических изменений под влиянием транспортных потоков различной интенсивности. Для этого несколько условно выделим районы с интенсивным и малоинтенсивным движением.

Анализ ситуации в Краснодаре показал, что с увеличением интенсивности движения транспорта увеличилось фоновое содержание в почвах 8 элементов: Ag, Ba, Cr, Mn, Mo, Sr, Ti в 1,2-1,9 раза, а Sr в 2,6 раза. В станицах Елизаветинской и Динской в аналогичных условиях возросло (с вероятностью 95%) содержание всего одного элемента (Ag и

Pb соответственно). При этом интенсивность возрастания их содержаний уменьшалась от Краснодара до Динской.

Таким образом, увеличение интенсивности движения привело к увеличению средних содержаний химических элементов даже на их повышенном фоновом содержании в почвах селитебных ландшафтов. Это имеет особое значение для решения проблем распределения потока машин в Краснодаре и аналогичных ему центрах.

Для количественной оценки эколого-геохимических изменений, происходящих в селитебных ландшафтах при возрастании транспортного потока, определялись величины показателя абсолютного накопления (ПАН) [1, 2]. В данном случае он показывает, на сколько т/км$^2$ увеличилось содержание элементов в 30-см верхнем слое городских почв в результате рассматриваемого процесса.

Для г. Краснодара ряд ПАН имеет следующий вид (в скобках величина ПАН в т/км$^2$):

Ti (969,2) > Ba (288,0 > Sr (202,8) > Mn (107,8) > Cr (13,8))>Ag (0,035). В станице Елизаветинской накопились серебро (0,029 т/км$^2$), а в Динской – свинец (4.47 т/км$^2$).

Интересным в трансформации изменений, происходящих в среде обитания людей под влиянием интенсивности движения транспорта, является изменение равномерности распределения содержаний. В Краснодаре для всех 8 химических элементов, чье содержание увеличилось с возрастанием интенсивности движения, коэффициент вариации возрос в 1,9 (Ba) – 4,3 (Ag) раза. При этом увеличение неравномерности распределения элементов в почве не соответствует увеличению их средних содержаний. Наблюдается определенная положительная корреляция возрастания содержаний в отдельных пробах с увеличением значений коэффициента вариации.

Следует отметить, что увеличение интенсивности движения привело к увеличению неравномерности распределения содержаний в почвах практически всех элементов, даже тех, чье среднее содержание (с вероятностью 95 %) не изменилось с изменением интенсивности движения транспорта. Для этих элементов величина коэффициента вариации возросла в 1,1 (Pb, Mo) – 9,2(W) раза. Интересно, что возрос коэффициент вариации и у редких элементов: Ge – в 1,4 раза, а Ga – в 6,8 раза.

В станице Динской, где изменение интенсивности движения транспорта в наименьшей мере сказалось на среднем содержании химических элементов, также произошло изменение распределения

элементов в почвах. Коэффициент вариации увеличился для девяти элементов в 1,05(Mo) – 1,6 (Pb) раза. Возрос он и для редких элементов: Ga – в 1,6, Ge – в 1,2 раза.

**Выводы:**

1. Природные и антропогенные факторы в сумме вызвали наибольшее изменение фоновых содержаний элементов в почвах крупного центра – Краснодара. В итоге, по сравнению с кларком, увеличилось от 1,5 раза до 6,7 раза содержание Ba, Ge, Co, Cr Cu, Mo, Pb и Zn. Ниже кларка установлено фоновое содержание Ag, , Cr, Ga, Ni, Mo, Sn.

2. В данных природных условиях и при существующей антропогенной нагрузке под влиянием города Краснодара подобная, но постепенно ослабевающая, эколого-геохимическая трансформация природной среды прослежена на расстояние десяти км.

3. В почвах станицы Динской с меньшим числом жителей и меньшей техногенной нагрузкой отличия от природных (кларковых) содержаний наименьшие.

4. Увеличение интенсивности движения привело к возрастанию (до 2,6 раза) величин средних содержаний в почвах ряда химических элементов.

5. Максимальное число химических элементов, среднее содержание которых возросло с увеличением интенсивности движения транспорта и наибольшие величины самих возрастаний установлены в населенных пунктах с большей техногенной нагрузкой. В Краснодаре это 8 элементов. По величинам ПАН они располагаются в следующем порядке: (в скобках величина ПАН в т/км$^2$): Ti (969,2) > Ba (288,0 > Sr (202,8) > Mn (107,8) > Cr (13,8))>Ag (0,035). В станице Елизаветинской накопились серебро (0,029 т/км$^2$), а в Динской – свинец (4.47 т/км$^2$)

6. Увеличение интенсивности движения транспорта привело к неравномерности распределения содержания химических элементов в прилегающих почвах селитебных ландшафтов. Неравномерность распределения увеличилась для большинства элементов (включая редкие).

7. Связь увеличения неравномерности распределения элементов в почвах с их содержанием и общей техногенной нагрузкой не установлена.

***Библиографический список***

1. *Алексеенко В.А.* Эколого-геохимические изменения в биосфере. Развитие, оценка. – М.: Логос,2006.

2. *Алексеенко В.А., Суворинов А.В., Власова Е.В*. Металлы в окружающей среде. Лесные ландшафты Северо-западного Кавказа – М.: Университетская книга, 2008.

3. *Алексеенко В.А.* О некоторых закономерностях развития антропогенных изменений в биосфере.– Ростов-н/Дону: изд-во РГУ 1992.

3. *Виноградов А.П.* Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. Изд. - во АН СССР, М., 1957.

## ECOLOGICAL AND GEOCHEMICAL FEATURES OF TRANSFORMATION OF SOIL REZIDENTIAL LANDSCAPES OF KRASNODAR REGION UNDER THE INFLUENCE OF URBAN TRANSPORT

N.G.Ivashchenko [1] ,A.V. Alekseenko [2]

[1] Kuban State Technological University, Russia, г.Краснодар, street Moscow, 2, e-mail: natalia.ivashenko@mail.ru.

[2] Moscow state university, 119992, Russia, Moscow, Leninist Mountains, e-mail: iozik91@mail.ru.

Formation of cities in the south of European part of Russia leads to increase in the contents of soils: Li,Co-in 1,5 times; Ba, Cu-in 2,5-3 times ,Zn in 3,3 times and Pb – in 3,5 times. With the increase in traffic load in the existing cities the connect of chemical elements increases in the soils. By PAN values they are located in the following order: (in brackets the value of PAN t/km$^2$): Ti (969,2) > Ba (288,0) > Sr (202,8) > Mn (107,8) > Cr (13,8))> Ag (0,035). Thus the unevenness of their distribution significantly increases. The connection in the uneven distribution of elements in the soil and increase of the transport load is not installed. The environmental and geochemical transformation of the natural environment has been traced up to a distance of ten kilometers from the city of Krasnodar.

Keywords: anthropogenic loading, geochemical changes, coefficient of variation, contamination of soils, intensity of motion, index of absolute accumulation (PAN).

УДК 551.465

# ВИХРЕВЫЕ ПРОЦЕССЫ С УЧАСТИЕМ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ В АТМОСФЕРЕ ЗЕМЛИ И ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ

Ю.Н. Извекова, С.И. Попель
Институт динамики геосфер РАН, 119334, Москва, Ленинский проспект, д. 38, корп. 1, e-mail: besedina_yn@mail.ru

В данной работе обсуждаются экологические проблемы, связанные с переносом мелкодисперсных частиц в атмосфере, и рассматривается один из механизмов переноса частиц, объясняющий попадание частиц мелкодисперсной фазы из тропосферы на стратосферные высоты. Обсуждается проблема атмосферных коричневых облаков в контексте переноса пылевых частиц с участием вихревых процессов.

Ключевые слова: мелкодисперсные частицы; коричневые облака; атмосферные вихревые движения.

Нано- и микромасштабные частицы в атмосфере оказывают существенное влияние на экологическую обстановку, оптические и радиационные свойства атмосферы и должны быть учтены при построении климатических моделей. При этом немаловажны географическое и высотное распределение частиц и вопрос их переноса на большие расстояния, в том числе крупномасштабными вихревыми движениями, представляет существенный интерес. О важной роли мелкодисперсных частиц в атмосфере говорят события 2010 года, такие как извержение вулкана в Исландии, вызвавшее перебои в авиасообщении, и лесные пожары на территории России, а также проблема атмосферных коричневых облаков, возникшая в 1990-х годах и особенно актуальная для Азиатского региона. В апреле 2010 года извержение вулкана Эйяфьятлайокудль в Исландии вызвало остановку в воздушном сообщении над западной и северной Европой в течение 6 дней, несмотря на то, что извержение не относилось к самым мощным. Настолько сильное влияние на движение авиации объясняется комбинацией следующих факторов. Во-первых, вулкан расположен непосредственно вблизи струйного течения и во время второй фазы извержения струйное течение имело постоянное северо-восточное направление. Во-вторых, важную роль сыграл покрывающий вершину вулкана двухсотметровый слой ледника, приведший к взрыву Эйяфьятлайокуль во второй фазе извержения. Если бы не ледниковая

© Ю.Н. Извекова, С.И. Попель, 2010

шапка, жидкая лава растеклась бы по его склонам, что и случилось в первой фазе извержения. Но быстро испаряющаяся вода существенно усилила силу взрыва вулкана, а взаимодействие магмы со льдом привело к её переохлаждению, быстрому застыванию, растрескиванию и дроблению на мелкие фрагменты, которые при взрыве и образовали массу пепловых частиц. Совокупность этих факторов привела к тому, что вулканические пепловые частицы были разнесены струйным течением над северной Европой в концентрациях, представляющих опасность для авиации.

Летом 2010 года погоду на территории России определял блокирующий антициклонический вихрь, существующий аномально долгое время. Подобные антициклоны останавливаются встречным потоком и находятся длительное время на одном месте, не допуская влажные воздушные массы и вызывая засухи [1]. В этом году лесные пожары на территории России, преимущественно в западной части страны, обусловленные аномально высокими температурами и засухой, принесли ущерб, оцененный в 15 млрд. долларов. В результате лесных пожаров ряд крупных городов таких, как Москва, Санкт-Петербург, Нижний Новгород и т.д. окутал едкий смог. Концентрации загрязнителей (включая взвешенные твердые частицы) были многократно превышены. Некоторые аэропорты не могли функционировать в нормальном режиме, и часть рейсов была перенаправлена на запасные аэродромы. Появление смога над городами также связано с горящим торфом на осушенных в 1960-е годы болотах, окружающих Москву. С климатической точки зрения опасность представляет веками накапливавшийся в торфе $CO_2$, который способен увеличить долю парниковых газов и внести вклад в глобальное потепление. Кроме того, пожарами были охвачены Брянская область и граничащие с ней области Белоруссии и Украины, пострадавшие при аварии в Чернобыле. В результате частицы зараженной почвы и растений могли попасть воздух и переноситься на большие расстояния.

Проблема атмосферных коричневых облаков непосредственно затрагивает развивающиеся страны Азии, Африки и Южной Америки. Особенно это касается Азии, где коричневый газ является особо густым и широко простирается в течение продолжительного сухого сезона. Коричневое облако состоит из смеси частиц антропогенных сульфатов, нитратов, органики, черного углерода, пыли, летучего пепла и природных аэрозолей, таких как морская соль и минеральная пыль. Коричневый цвет является следствием поглощения и рассеяния

солнечного излучения антропогенным черным углеродом, пеплом, частицами солевой пыли и двуокиси азота. В коричневых облаках сильно поглощается солнечное излучение из-за присутствия черного углерода и других антропогенных аэрозолей (сульфаты, органика, нитраты, пепел), что усиливает излучающее действие подстилаемой поверхности в два и более раз по сравнению с облачным небосводом. Аэрозоли также увеличивают отражение солнечного излучения (косвенное действие) и уменьшают долю прямого солнечного излучения на подстилающей поверхности и увеличивают долю рассеянного (прямое воздействие.. Ещё одним эффектом может стать уменьшение выпадения осадков в то время как глобальное потепление предполагает увеличение их выпадения. Прямым эффектом от коричневых облаков вляется засуха, побочным – аномальные и непредсказуемые изменения погоды. Последствия их действия могут сказаться на региональном и глобальном климате. В настоящее время исследования атмосферных коричневых облаков являются фундаментальной проблемой для предотвращения деградации окружающей среды.

В настоящей работе предлагается механизм переноса нано- и микромасштабных частиц из тропосферы в нижнюю стратосферу медленно вращающимися синоптическими вихрями. При этом используется подход к описанию этих вихрей, в котором они моделируются с помощью солитонных решений уравнения Чарни-Обухова (вихрей Россби). Вихри синоптического масштаба постоянно присутствуют в атмосфере и могут достигать стратосферных высот. Предлагаемое рассмотрение базируется на данных лабораторных экспериментов, свидетельствующих о том, что волны Россби большой амплитуды захватывают и переносят частицы среды [1]. Кроме того, обсуждается возможная роль атмосферных коричневых облаков в загрязнении стратосферы.

Уединенные волны Россби (или вихри Россби) представляют собой пакеты, в которых нелинейность уравновешивает дисперсионное расплывание, их вихревые свойства обусловлены действием силы Кориолиса. Введем координаты $x$ – вдоль параллели и $y$ – вдоль меридиана, $\psi$ – безразмерная функция тока, связанная с зональной и меридиональной компонентами скорости $u$ и $v$ следующим соотношением: $u = -\partial\psi/\partial y$, $v = \partial\psi/\partial x$. Уравнение Чарни-Обухова [4], описывающее несжимаемую земную атмосферу, допускает следующее вихревое решение:

$$\psi = p_0 F_0(r) + RUF_1(r)\sin\theta,$$

где

$$F_0(r) = \begin{cases} g_0\left(\frac{J_0(kr)}{J_0(kR)} - 1\right) + 1, & r \le R \\ \frac{K_0(\kappa r)}{K_0(\kappa R)}, & r > R \end{cases}, F_1(r) = \begin{cases} \left(\frac{\kappa}{k}\right)^2 \frac{J_1(kr)}{J_1(kR)} - \frac{\kappa^2 + k^2}{k^2 R} r, & r \le R, \\ -\frac{K_1(\kappa r)}{K_1(\kappa R)}, & r > R, \end{cases}$$

$$\kappa^2 = 1 + \frac{\nu_R}{U}.$$

Значения $k$ и $g_0$ определяются из условия непрерывности $\psi$ и её первой производной по *r* на границе *r*=*R*. Коэффициенты $U$ , *R* и $p_0$ являются свободными параметрами. Функции $J_0$ и $J_1$ – функции Бесселя нулевого и первого порядка соответственно, $K_0$ и $K_1$ – функции Макдональда. Здесь и далее скорость Россби $\nu_R$ и скорость горизонтального перемещения структуры вдоль оси *x* $U$ обезразмерены на изотермическую скорость звука в воздухе, линейные размеры (исключая размеры частиц) – на радиус Россби, время – на $1/\Omega$, где $\Omega$ – частота вращения Земли.

Влияние на распределение частиц, переносимых в стратосферу, могут оказывать вертикальные движения в атмосферном циклоническом вихре Россби, обусловленные трением в пограничном слое. Из–за циклонической природы вихря давление в центре вихря оказывается меньшим давления на периферии. Центр низкого давления создает сходящийся поток поперек изобар в пограничном слое и, следовательно, вертикальный поток вещества во внутреннюю область. Для оценки средней вертикальной скорости приравняем эти потоки. Полный поток поперек изобар для плоскопараллельного течения равен $V_E = \int_0^\infty v dz = U\delta_E/2$, где $\delta_E$ – толщина слоя трения, $U$ – геострофическая скорость [3]. Таким образом, среднюю вертикальную скорость можно оценить, как $w_E \approx U\delta_E/R$. Максимальные значения скорости достигаются в центре вихря и зависят от параметров вихря.

Приняв для атмосферы $\delta_E \sim 10^3$ м, получим для вихря радиусом $R=10^3$ км, перемещающегося со скоростью 10 м/с, $w_E \sim 10^{-2}$ м/с. С учётом таких вертикальных скоростей и эффекта гравитационного осаждения достаточно длительное время (порядка 10 суток, что соответствует типичному времени существования вихря) находиться в вихре могут частицы с размерами, меньшими или порядка десяти микрометров.

Проведена серия численных расчетов поведения сферической частицы в поле скоростей двумерного циклонического вихря Россби с учетом стоксовского сопротивления и гидродинамического напора. Оказалось, что время жизни частицы в вихре увеличивается с уменьшением ее размера, при этом частицы с размерами, не превышающими 10 мкм, могут находиться в вихре радиусом $10^3$ км более десяти дней. Расчеты, проведенные для вихрей разных размеров, показали, что при увеличении размера вихря время жизни одинаковых частиц увеличивается. По результатам расчетов на рис. 1 изображена область, соответствующая диапазону размеров частиц, наиболее эффективно переносимых вихрями Россби. Как видно из этого рисунка, на высотах верхней тропосферы длительное время жизни имеют частицы с размерами 0,02–10 мкм. Отсутствие частиц меньших размеров обусловлено процессом коагуляции.

Итак, частицы с размерами в диапазоне 0,02–10 мкм присутствуют в циклоническом вихре Россби в течение времени порядка времени жизни вихря, что позволяет частицам переноситься на расстояния до нескольких тысяч километров в горизонтальном направлении. Существенный интерес представляет перемещение вихря через субтропическую область, обладающую рядом особенностей таких, как регулярно наблюдаемые разрывы тропопаузы и восходящие потоки [7]. В субтропической области высота тропопаузы резко (на несколько километров) уменьшается при движении от экватора к полюсу Земли. Циклонические вихри могут распространяться с ненулевой составляющей скорости в этом направлении [2]. Таким образом, даже в случае горизонтального перемещения достаточно высокие циклонические вихри синоптического масштаба могут переносить захваченные ими в верхней тропосфере нано- и микромасштабные частицы в нижнюю стратосферу.

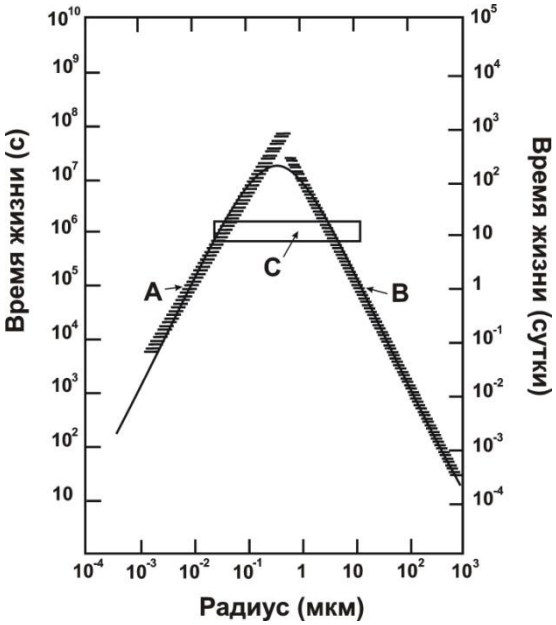



**Рис. 1. Зависимость времени жизни частиц в верхней тропосфере от их размеров. Заштрихованные области соответствуют ситуациям, когда время жизни частиц ограничено, в основном, процессами коагуляция частиц (A) и гравитационного осаждения (B) [5]. Область C соответствует диапазону размеров частиц, переносимых вихрями Россби**

Азиатское атмосферное коричневое облако располагается в субтропической области, поэтому частицы, составляющие облако, могут участвовать в описанном процессе. Конвективный подъем из нижней тропосферы может привести к перемещению частиц антропогенных сульфатов, нитратов, органики, черного углерода, пыли, летучего пепла и природных аэрозолей, составляющих атмосферное коричневое облако, в верхние слои тропосферы, откуда частицы могут быть перенесены вихрями в нижнюю стратосферу. Рассмотренный механизм доставки частиц из тропосферы в стратосферу представляется достаточно универсальным, поскольку высокие циклонические вихри синоптического масштаба регулярно возникают в атмосфере, пылевые частицы переносятся в верхние слои тропосферы в результате конвективных процессов и, кроме того, указанный механизм не налагает каких бы то ни было ограничений на мощность воздействия на

атмосферу, приводящего к возникновению пыли. Пылевые частицы, попавшие в стратосферу, могут иметь очень большое время существования и воздействовать на климат у поверхности Земли в течение нескольких лет [6, 7]. Таким образом, учет предложенного механизма может оказаться весьма важным при моделировании климата.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российской академии наук (Программа фундаментальных исследований ОНЗ РАН «Наноразмерные частицы в природе и техногенных продуктах: условия нахождения, физические и химические свойства и механизмы образования»), а также МНТЦ (проект № KR-1522).*

***Библиографический список***

1. *Незлин М.В., Снежкин Е.Н.* Вихри Россби и спиральные структуры. – М.: Наука, 1990. – 240 с.

2. *Онищенко О.Г., Похотелов О.А., Астафьева Н.М.* Генерация крупномасштабных вихрей и зональных ветров в атмосферах планет // УФН. – 2008. – Т. 178, № 6. – С. 605–618.

3. *Педлосски Дж.* Геофизическая гидродинамика в 2-х томах. – М.: Мир, 1984. – 398 и 416с.

4. *Петвиашвили В.И., Похотелов О.А.* Уединенные волны в плазме и атмосфере. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 200с.

5. *Anastasio C., Martin S.T.* in Nanoparticles and the Environment:/ Edited by Banfield J.E. and Navrotsky A. – Washington, D.C.: Mineralogical Society of America, – 2001. – V. 44. – P. 293.

6. *Oman L., Robock A., Stenchikov G.L., Thordarson T., Koch D., Shindell D.T., and Gao C.* Modeling the distribution of the volcanic aerosol cloud from the 1783–1784 Laki 376 eruption // J. Geophys. Res. – 2006. – V. 111. – P. D12209.

7. *Robock A., Oman L., Stenchikov G.L., Toon O.B., Bardeen C., and Turco R.P.* Climatic consequences of regional nuclear conflicts // Atmos. Chem. Phys. – 2007. – V. 7. – P. 2003–2012.

VORTEX PROCESSES WITH THE PARTICIPATION OF FINE PARTICLES IN THE EARTH'S ATMOSPHERE AND THEIR ECOLOGICAL MANIFESTATIONS

Izvekova Yu.N., Popel S.I.

Ecological problems connected with transport of fine particles in the atmosphere are discussed. One of the mechanisms of particle transport from troposphere to stratosphere is considered. The Atmospheric Brown Clouds problem is discussed in the context of transport of dust particles by vortex motions.

Key words: fine particles, Atmospheric Brown Clouds, atmospheric vortex motions.

УДК 911.5:502.4

# АНТРОПОГЕНИЗАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ ЧУВАШИИ

В.Н. Ильин, И.В.Никонорова
Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 428015, г. Чебоксары, ул. Университетская, 22, e-mail: suvar2009@yandex.ru

В статье рассмотрены показатели антропогенных нагрузок на географические ландшафты региона по 3 основным факторам: промышленности, демографического давления и сельского хозяйства. Для каждого из выделенных компонентов определены ведущие и второстепенные факторы, на основании которых проведена интегральная оценка состояния природной среды по административным районам Чувашской Республики. Величина каждого из ведущих факторов в группе отраслей определена при помощи предельно-допустимых коэффициентов. Данная методика позволила получить абсолютные показатели антропогенных нагрузок, основанных на фактических данных, без значимого использования метода экспертных оценок.

Ключевые термины: антропогенизация геосистемы; антропогенные нагрузки; предельно-допустимые коэффициенты загрязнения.

Определение антропогенной нагрузки (АН) на природные территории является ключевым при экодиагностике. Изучением показателей АН занимались Д.Л. Арманд, А.Г. Исаченко, Б.И. Кочуров, Колбовский Е.Ю., Трофимов А.М. Однако, большая часть предлагаемых методик направлены на изучение тех ПТК, на которых они разрабатывались. В условиях аграрно-индустриальной Чувашской Республики, характеризующейся значительной плотностью сельского населения, разнопланово развитым хозяйством, большая часть из них не способна учитывать специфику рассматриваемой территории. В свою очередь, некоторые методики ограничиваются 2-3 показателями

© В.Н. Ильин, И.В.Никонорова, 2010

антропогенной нагрузки, не учитывая всю комплексность антропогенного влияния на естественные геосистемы.

Из всего многообразия существующих методик для анализа геосистем Чувашии была выбрана методика Большаника П.В. и Игенбаевой Н.О. [2], которая позволяет комплексно проанализировать АН по 3 основным факторам: демографическое давление, влияние промышленности, сельскохозяйственное воздействие.

Первый фактор отражает демографическое давление на территорию. У многих авторов он определяется средней плотностью населения (в некоторых случаях, соотношением городской и сельской плотности населения). Факторный анализ показал тесную взаимосвязь этого базового показателя с плотностью поселений, забором воды и расчлененностью территории транспортными коммуникациями.

Второй характеризует влияние промышленности на компоненты природой среды, главным образом воздушную и литосферу. Влияние фактора определяется 3 показателями: количеством крупных населенных пунктов, выбросами в атмосферу загрязняющих веществ и числом карьеров по добыче полезных ископаемых на 1000 км $^2$ территории.

Третий фактор отражает порайонные различия в уровне воздействия сельского хозяйства, главным образом, на воду и почву, которые характеризуются показателями распаханности территории, количеством голов скота на единицу территории и эродированности земель [3].

В качестве территориальной основы П.В. Большаник и Н.О. Игенбаева определяют физико-географические районы [2]. Однако, применение данной территориальной структуры затруднительно вследствие отсутствия подобных статистических показателей для Чувашской Республики. Поэтому решено в качестве территориальной структуры использовать существующую административно-территориальную структуру Чувашии.

Для вычисления показателей антропогенных нагрузок определялись характер использования и степень преобразования обществом ПТК отдельных административных районов (АР).

Выделение показателей АН, в отличие от метода Большаника П.В., решено осуществить не балльным методом экспертных оценок путем прибавления баллов за наличие в АР той или иной отрасли хозяйства [2], а через анализ отношения фактических показателей АН по АР к соответствующим допустимым показателям (коэффициент

антропогенной нагрузки равен 2, если предельно допустимый показатель в рассматриваемой области превышен в 2 раза). Для каждого из 3 основных источников АН – промышленность, сельское хозяйство, демографический пресс – были выбраны основные (титульные) показатели-факторы. Для промышленности – это объем выбросов в атмосферу, для демографического – плотность поселений к общей территории, для сельского хозяйства – показатели вспаханности и эрозионного смыва. Именно значения этих показателей выбраны приоритетными при анализе антропогенной нагрузки на ПК Чувашской Республики. Остальные факторы – забор воды, количество крупных населенных пунктов, количество голов скота и др. – учитывались в виде добавочных коэффициентов к основным факторам.

Выделение 4 основных коэффициентов по предельно допустимым показателям позволяет получить абсолютные унифицированные показатели АН по отдельным отраслям хозяйства (предельно допустимые показатели антропогенной нагрузок были взяты из литературы). Соотношение значений выбросов в атмосферу к допустимым показателям были определены по [2], [3]. Допустимые показатели плотности поселений варьируют в пределах 3-10% [5], [6]; оптимальным показателем был выбран 6% барьер. Доля пашни к общей территории, так же являясь основным коэффициентом, не должна превышать 42,5% [5]. Эрозионный смыв для основных типов почв Чувашской Республики не должен превышать 2,5 т/га в год [4].

Остальные показатели являются дополнительными и прибавляются к основным коэффициентам по абсолютным показателям с незначительными поправками. Значения коэффициента крупных городов определялось суммой баллов: за наличие населенного пункта (НП) численностью 10-50 тыс. человек прибавлялось 0,3 балла; за НП численностью 50-250 тыс. чел. – 0,5 баллов; 250-500 тыс. человек – 0,8 баллов.

По показателям антропогенной нагрузки административные районы Чувашской Республики делятся на 4 класса: с благоприятной антропогенной нагрузкой (показатель антропогенной нагрузки до 3 баллов), с удовлетворительными показателями АН (3-6 баллов), неудовлетворительной (6-9 баллов) и крайне неудовлетворительной (более 9 баллов).

Т.о., использованная методика позволяет вычислить абсолютные унифицированные показатели по 3 основным группам отраслей хозяйства – промышленность, сельское хозяйство и демографическое

давление – отдельно, и в итоге получить показатель суммарной антропогенной нагрузки по административным районам Чувашской Республики.

Анализируя таблицу, можно отметить, что наибольшие показатели антропогенных нагрузок характерны для отраслей сельского хозяйства, абсолютные показатели которых выше показателей других факторов в несколько раз. Наибольшие показатели антропогенных нагрузок испытывают Моргаушский, Аликовский, Красноармейский, Козловский, Цивильский, Янтиковский, Яльчикский, Ядринский административные районы, значения которых превышают допустимый показатель более чем в 2 раза. Антропогенный пресс сельскохозяйственного характера имеет наименьшие показатели (не выше 2,0 баллов) в Алатырском, Ибресинском, Шумерлинском и Шемуршинском районах. Это объясняется высокой долей лесного фонда в структуре земель выделенных районов.

Демографическое давление на природные комплексы республики так же имеет различные показатели по АР. При его определении определяющую роль играет доля поселений к общей площади территорий. В Чебоксарском и Моргаушском административных районах эта доля выше допустимого более чем в 2 раза (3,95 и 2,91 соответственно). Превышение допустимой доли площади поселений наблюдается также в Канашском, Козловском, Комсомольском, Мариинско-Посадском, Ядринском, Яльчикском и Янтиковском районах. Густота транспортной сети республики так же характеризуется как высокая, исключением являются Алатырский, Ибресинский и Шумерлинский районы, где данный показатель в 2 раза ниже среднереспубликанского. По объему забираемой воды административные районы республики характеризуются невысокими показателями, исключая Чебоксарский район (113,1 млн. куб м), где данный показатель выше наименьшего по республике (Аликовский АР – 0,1 млн. куб м) более чем в 1000 раз. Т.о., показатели демографического давления характеризуются высокими показателями и колеблются от 0,452 в Красночетайском районе до 5,407 в Чебоксарском. Высокой степенью демографического фактора АН выделяются Чебоксарский, Моргаушский, Яльчикский, Козловский и Канашский районы. Удовлетворительные или благоприятные показатели характерны для 12 районов Чувашии: Алатырского, Аликовского, Батыревского, Вурнарского, Ибресинского, Красноармейского, Красночетайского,

Порецкого, Урмарского, Цивильского, Шемуршинского и Шумерлинского.

Анализ антропогенного воздействия промышленного фактора осуществлялся на основе предельно допустимого количества выбросов в атмосферу со стационарных источников, этот показатель дополнялся показателем количества карьеров [7] с поправкой коэффициента при наличии крупных населенных пунктов на территории АР. Наметившийся в последние годы спад промышленного производства привел к тому, что показатели антропогенных нагрузок в этой сфере не превышают допустимых значений. Исключением являются Канашский, Красноармейский и Чебоксарский районы. Причем для столичного Чебоксарского района показатель антропогенных нагрузок в области промышленности на порядок выше, чем в наиболее благоприятных по этому показателю административных районах (Красночетайский – 0,012; Порецкий – 0,016; Моргаушский – 0,25) и составляет 4,361 балл.

Суммарная антропогенная нагрузка, как интегральный показатель, высчитывается как сумма показателей АН по отдельным областям и позволяет выявить в балльной системе соотношение данного показателя по административным районам. Благоприятная для функционирования природных комплексов экологическая обстановка (0-3,0 балла) складывается в 3 административных районах – Батыревском, Ибресинском и Шемуршинском. Эти районы характеризуются незначительными показателями эрозионного смыва, невысокой плотностью поселений и отсутствием промышленных предприятий, что и вывело их на лидирующие позиции. Выделенные административные районы могут служить потенциальными донорами при планировании экологического каркаса территории для районов с неблагоприятной экологической обстановкой. Удовлетворительными показателями антропогенных нагрузок (3,1-6,0 баллов) отмечаются в 10 районах – Алатырском, Аликовском, Вурнарском, Комсомольском, Мариинско-Посадском, Урмарском, Цивильском, Красночетайском, Порецком, Шумерлинском. В указанных выше районах чаще всего наблюдается превышение допустимых показателей одного из рассматриваемых факторов АН, для большинства – это эрозионный смыв (Цивильский – 2,29; Урмарский – 2,43; Мариинско-Посадский – 2,30) или чрезмерно высокая распаханность (Яльчикский – 1,80; Урмарский- 1,55). Для улучшения в них экологической обстановки требуется принятие мер по стабилизации взаимодействия существующих в них природных систем с антропогенными за счет

более рационального использования земель. Неудовлетворительные показатели (6,1-9,0 баллов) выделены в 7 АР - Канашском, Козловском, Красноармейском, Моргаушском, Ядринском, Яльчикском, Янтиковском. В них наблюдается превышение допустимых значений АН по нескольким направлениям, что в свою очередь приводит к коренному нарушению взаимодействия природных сообществ с антропогенными. Это требует принятия комплексных мер по его улучшению, включающих создание противоэрозионных лесополос, увеличение площади буферных зон между селитебной частью и природными системами, сокращение выбросов в атмосферу промышленными предприятиями. В категорию с крайне неблагоприятными показателями АН (более 9,1 баллов) входит Чебоксарский район, для которого показатель антропогенных нагрузок крайне высок и составляет 12,80. Показатель сельскохозяйственного фактора антропогенных нагрузок на природные комплексы здесь превышает среднереспубликанский в 1,14 раза; демографического – в 3,82 раза; промышленности – в 6,31 раза. Это объясняется тем, что Чебоксарский район включает 49,6% населения и 78% промышленного производства республики.

Анализируя республиканские показатели антропогенной нагрузки (см. табл. в Приложении) можно отметить, что влияние сельскохозяйственного фактора превышает допустимое значение в 2,65 раза, а демографическое давление в 1,41 раз. Влияние промышленности не выше допустимого. Видимо, это объясняется спадом производства в данной отрасти в последние годы. Т.о. среднереспубликанский показатель АН составляет 5,52. Т.е. экологическая ситуация по республике в целом характеризуется как удовлетворительная. Однако, высокая дифференциация рассматриваемых значений по АР позволяет утверждать, что некоторые природные комплексы в пределах отдельных районов Чувашской Республики находятся в критическом состоянии. Соответственно, в Чебоксарском, Козловском, Ядринском, Моргаушском, Красноармейском, Канашском, Янтиковском, Яльчикском районах необходимо оздоровление геосистем, в Алатырском, Аликовском, Вурнарском, Комсомольском, Мариинско-Посадском, Урмарском, Цивильском, Красночетайском, Порецком, Шумерлинском районах возможна интенсификация промышленного и сельскохозяйственного производства без нарушения равновесия в природных комплексах. Геосистемы Ибресинского, Батыревского и Шемуршинского АР являются наиболее приоритетными при создании

экологического каркаса территории для стабилизации экологической обстановки в районах с неудовлетворительными и крайне неудовлетворительными показателями АН.

***Библиографический список:***

1. *Атлас* земель сельскохозяйственного назначения Чувашской Республики: Атлас-монография/ Гл. редактор Дринев С.Э.- Чебоксары,2007.- 184 с.

2. *Большаник П.В.,* Игенбаева Н.О. Эколого-ландшафтное районирование Омского Прииртышья// М.: География и природные ресурсы, 2006. №3. с. 37-41

3. *Игенбаева Н.О.* Методика оценки антропогенных нагрузок на ландшафты (на примере лесостепи Омского Прииртышья)/ Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практика. Материалы XI Международной ландшафтной конференции. М.: Изд-во «МГУ», 2006. 768 с.

4. *Пацукевич З.В*., Геннадиев А.Н., Герасимова М.И. Допустимый смыв м самовосстановление почв // Почвоведение, 1997. N 5. с. 634-641.

5. *Реймерс Н.Ф.* Экология: теория, законы, правила, принципы и гипотезы.- М.: Россия молодая, 1994. -367с.

6. *Рюмин В.В*. Подходы к нормированию структуры антропогенных ландшафтов// Оптимизация геосистем. Иркутск: Изд-во ИГ СО АН СССР, 1990 г., 3-11 с.

7. *Твердые* полезные ископаемые Чувашской Республики.- Казань: Изд-во Казанского ун-та. 2003. -192 с.

## ANTHROPOGENOUS OF LANDSCAPES IN CHUVASHIYA.

Ilyin V.N., Nikonorova I.V.
The Chuvash state university, 428015, Cheboksary, Mockovsky av., 22, e-mail: suvar2009@yandex.ru.

Indicators of anthropogenous loadings on geographical landscapes of region on 3 major factors are considered: the industries, demographic pressure and agriculture. For each of the allocated components leading and minor factors are defined. On this factors based the integrated estimation of a condition of environment on administrative areas of the Chuvash Republic is spent. The size of each of leading factors in group of branches is defined by means of maximum-permissible factors. The given technique has allowed to receive absolute indicators of the anthropogenous loadings based on the fact sheet, without significant use of a method of expert estimations.

Keywords: anthropogenous geosystems; anthropogenous loadings; maximum-permissible factors of pollution.

Таблица 1.

**Показатели антропогенных нагрузок по административным районам Чувашской Республики.**

| Административные районы | Доля пашни | Показ. эрозион. смыва | Кол-во скота на тыс.га | Забор воды | Доля поселений | Густота транспорт. сети | КИЗА | Кол-во карьеров | Крупн. НП | Общая доля с/х | Общая доля населения | Общая доля пром. | Общая АН |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Алатырский | 0,527 | 1,039 | 0,237 | 0,033 | 0,757 | 0,11 | 0,116 | 0,101 | 0,3 | 1,803 | 0,900 | 0,517 | 3,220 |
| Аликовский | 1,473 | 1,890 | 1,132 | 0,001 | 0,307 | 0,419 | 0,017 | 0,361 | 0 | 4,496 | 0,727 | 0,377 | 5,601 |
| Батыревский | 1,135 | 0,977 | 0,086 | 0,002 | 0,324 | 0,323 | 0,017 | 0,106 | 0 | 2,197 | 0,649 | 0,122 | 2,968 |
| Вурнарский | 1,087 | 1,356 | 0,871 | 0,008 | 0,269 | 0,25 | 0,033 | 0,198 | 0 | 3,314 | 0,527 | 0,231 | 4,072 |
| Ибресинский | 0,500 | 0,916 | 0,385 | 0,003 | 0,331 | 0,155 | 0,000 | 0,167 | 0 | 1,801 | 0,489 | 0,167 | 2,456 |
| Канашский | 1,241 | 1,565 | 0,730 | 0,055 | 1,962 | 0,303 | 0,231 | 0,500 | 0,3 | 3,536 | 2,320 | 1,032 | 6,887 |
| Козловский | 1,257 | 2,310 | 0,436 | 0,031 | 1,793 | 0,341 | 0,017 | 0,581 | 0,1 | 4,003 | 2,165 | 0,697 | 6,864 |
| Комсомольский | 1,206 | 1,185 | 0,983 | 0,007 | 1,668 | 0,291 | 0,017 | 0,476 | 0 | 3,374 | 1,966 | 0,492 | 5,833 |
| Красноармейский | 1,459 | 2,186 | 1,065 | 0,006 | 0,374 | 0,353 | 1,221 | 0,000 | 0 | 4,710 | 0,733 | 1,221 | 6,664 |
| Красночетайский | 0,796 | 0,997 | 0,908 | 0,002 | 0,218 | 0,233 | 0,017 | 0,000 | 0 | 2,701 | 0,453 | 0,017 | 3,170 |
| Марпосадский | 0,940 | 2,298 | 0,398 | 0,010 | 1,281 | 0,273 | 0,017 | 0,292 | 0,1 | 3,636 | 1,564 | 0,408 | 5,608 |
| Моргаушский | 1,266 | 2,878 | 0,992 | 0,016 | 2,910 | 0,413 | 0,017 | 0,237 | 0 | 5,136 | 3,339 | 0,253 | 8,729 |

Окончание табл. 1

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Порецкий | 0,931 | 1,744 | 0,312 | 0,037 | 0,415 | 0,164 | 0,017 | 0,000 | 0 | 2,987 | 0,616 | 0,017 | 3,620 |
| Урмарский | 1,553 | 2,433 | 0,709 | 0,003 | 0,348 | 0,308 | 0,033 | 0,334 | 0 | 4,696 | 0,659 | 0,367 | 5,722 |
| Цивильский | 1,404 | 2,281 | 0,574 | 0,021 | 0,363 | 0,328 | 0,198 | 0,632 | 0,1 | 4,259 | 0,712 | 0,930 | 5,902 |
| Чебоксарский | 0,633 | 1,769 | 0,629 | 1,131 | 3,953 | 0,323 | 2,261 | 0,801 | 1,3 | 3,031 | 5,407 | 4,361 | 12,799 |
| Шемуршинский | 0,592 | 0,761 | 0,412 | 0,003 | 0,256 | 0,209 | 0,000 | 0,375 | 0 | 1,765 | 0,468 | 0,375 | 2,608 |
| Шумерлинский | 0,424 | 0,771 | 0,240 | 0,047 | 0,667 | 0,185 | 0,413 | 0,189 | 0,3 | 1,434 | 0,899 | 0,901 | 3,235 |
| Ядринский | 1,125 | 2,396 | 0,943 | 0,022 | 1,182 | 0,388 | 0,033 | 0,557 | 0,1 | 4,464 | 1,592 | 0,690 | 6,747 |
| Яльчикский | 1,801 | 1,144 | 1,107 | 0,006 | 1,917 | 0,305 | 0,017 | 0,705 | 0 | 4,051 | 2,228 | 0,722 | 7,001 |
| Янтиковский | 1,314 | 2,176 | 0,851 | 0,005 | 1,063 | 0,243 | 0,033 | 0,572 | 0 | 4,341 | 1,311 | 0,605 | 6,257 |

УДК 551.89

# ГИДРОТЕРМИЧЕСКИЙ БАЛАНС ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ И СТОК В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

С.П. Казьмин
Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт, 630099, г. Новосибирск, ул. Советская, 30, e-mail: c_kazmin@ngs.ru.

Охарактеризованы главные особенности проявления учения о гидротермическом балансе в пределах Западной Сибири на протяжении последнего континентального оледенения и голоцена. Во время ледникового периода происходили временные перестройки плана долин и направления стока, но эти изменения не нарушали существенно общую эволюцию гидросети.

Ключевые слова: лёссовый покров; ледник; долина; речная терраса; Обь.

Западная Сибирь с её сравнительно слабым расчленением поверхности и простым чередованием географических зон весьма благоприятна для выявления роли Периодического закона географической зональности [4], как теперь, так и в прошлом. В условиях континентального климата весьма изменчивы приток энергии (ПЭ) и влажность к земной поверхности в разные сезоны года.

Особенности проявления гидротермического баланса семиаридной зоны Западной Сибири следует начать с западной части Салаира, как наиболее хорошо изученной. Он переходный от аридного к холодному гумидному гидротермическому поясу. Здесь на протяжении 5-6 месяцев, с ноября до середины апреля устойчиво сохраняется снежный покров, т.е. это время обладает избыточной влагообеспеченностью. Оно заканчивается существенным возрастанием ПЭ и быстрым стаиванием снежного покрова, а также возрастанием испаряемости весной (в апреле). Начало тёплого сезона сопровождается активным стаиванием сезонной мерзлоты, половодным стоком мелких водосборных бассейнов, короткими бурыми половодьями значительных местных рек. Междуречные пространства и склоны мелких долин в это время уже испытывают процессы впитывания поверхностной влаги в почву или некоторый дефицит влаги, который позже возрастает. В конце лета местные суходолы и балки усыхают, а наиболее значительные долины сохраняют сток, главным образом, за счет грунтового питания. Осенью ПЭ постепенно сокращается, ослабевает и испаряемость. Постоянный

© С.П. Казьмин, 2010

сток проявляется главным образом в потоках, имеющих грунтовое питание. Такая особенность свидетельствует, что долины западной части Салаира реликтовые. Они образовались в условиях более влажного климата во время последнего и более древних плювиалов.

Строение 1-й террасы долины Оби и её крупных притоков позволяет оценить обильность стока бассейна верховьев водосбора этой реки, по следам деятельности русел того времени. Эти русла по ширине и характеру их излучин превосходили современные приблизительно в 10 раз [2]. Предыдущий плювиал был ещё более грандиозным. На левом берегу долины Оби западнее г. Новосибирска распространена 2-я терраса (Толмачёвская). Она ограничена древним эрозионным уступом, который дугообразно протягивается с юга на север от г. Новосибирска до пгт. Колывани. Он образовался руслом, ширина которого превышала современное русло Оби в 20-30 раз.

Южная окраина Западной Сибири, обладающая слабо расчленённым рельефом, по характеру гидротермического баланса поверхности слабо отличается от такового Салаира, однако проявление здесь процессов стока во многом существенно своеобразны. Западнее долины Оби равнину пересекают три транзитных долины северного направления: Иртыш, Ишим и Тобол. Их сток в основном транзитный. Вся остальная поверхность Западной Сибири обладает сочетанием неглубоко врезанных долин и многочисленных котловин различной площади, но преимущественно слабо пониженных. В целом все долины, включая и мелкие местные, образовались в условиях климата, значительно более влажного, чем теперь. Это реликтовые формы рельефа.

На всей семиаридной окраине Западной Сибири сочетания гидротермического баланса и стока своеобразны. Здесь есть природные образования как аридного пояса, эолового и иного субаэрального генезиса, так и холодного гидротермического пояса и стока. Бессточные междуречные пространства в пределах Обь-Иртышского, Иртыш-Ишимского и Ишим-Тобольского районов в целом представляют собой сложное сочетание возвышений, обладающих гидротермическим балансом недостаточного увлажнения и понижений избыточного увлажнения. К первым относятся эоловые гривы, бугры и плоские участки эолового покрова лёссовидных супесей и суглинков, а ко второму – западины различных размеров и генезиса, а также древние озёрные замкнутые котловины и древние долины, вторично переработанные эоловыми процессами.

Среди следов этих влажных и сухих периодов прошлого особенно ясно видны геологические образования поздненеоплейстоценового времени. Дефляционные понижения, цокольные и аккумулятивные гряды (гривы) и бугры, а также верхний покров лёссовидных суглинков (ельцовский лёсс) образовались в период от 20 до 15 тыс. л. н. при глубокой аридизации всей Сибири. Они преобразованы в последующее время при гидротермическом балансе слабо дефицитной и слабо избыточной влаги. Многие первично дефляционные или суффозионные котловины обратились в замкнутые западины с заболоченным дном или мелководные бессточные озера многолетнего или временного сезонного характера. Наиболее крупные дефляционные понижения, такие как Убинское, Чановское, Индерьское и т.д., позже не только обратились в озёра, но и обрели полые формы конечных районов местного стока.

Северная граница семиаридной зоны в Западной Сибири совпадает с 125-130 м изогипсой, где был берег озера. Появление его было следствием продвигания последнего ледника (позднезырянского или сартанского). В 1959 г. была достаточно точно закартирована и отражена на изданной Геолкарте гляциальная гряда Сибирских Увалов. Возраст её и гляциальной зоны севернее, был принят как тазовский. Эта ошибочная дата была повторена в монографии «Западная Сибирь» [5]. Позже выяснилось, что вся северная часть Западной Сибири в действительности представляет собой продолжение на юг и запад той ледниковой стадии, которая в начале второй половины XX-го века была выявлена, как гыданская. Именно со временем этого позднезырянского континентального оледенения, сопоставляемого с МИС 2 стандартной морской изотопно-кислородной шкалой SPECMAP, связана и история подпрудного ледникового (Мансийского) озера [2]. Это озеро появилось непосредственно позже окончания глобального потепления МИС 3 (Липовско-Новосёловского в Западной Сибири) - около 30 тыс. л. н. Тогда же началась и конечная перестройка гидросети всей России.

В период гляциации уровень озера повышался вплоть до его максимального уровня, близкого к 125-130 м. Берег его располагался вблизи от Сибирских Увалов. Озеро было проточным. На востоке в него сбрасывались воды Приенисейского бассейна по Кас-Кетьскому (Енисей-Обскому) спиллвею. На западе его воды стекали на юг в Приаралье по Тургайскому спиллвею. Сохранялась единая трансконтинентальная система стока, протягивавшаяся в ЗЮЗ

направлении от низовьев Лены до Каспийского, Чёрного и Средиземного морей [3]. Вскоре, однако, единая система распалась и стала бессточным.

Во внеледниковой и приледниковой областях Западной Сибири на поверхности распространены эоловые образования. Они возникли во время снижения уровня и окончательного исчезновения озёрного бассейна. Обширное поле дюнного бугристо-грядового рельефа распространено, например, в верховьях долины Оби ниже г. Барнаула и г. Камня-на-Оби до района г. Новосибирска (Чемско-Кудряшовский дюнный массив). Другой обширный район расположен к северо-западу от г. Омска (Тюкалинский район гривного рельефа) и сходный район дефляционно-гривного рельефа «мавров» на севере Кондинской низины. Ясно, что спад Мансийского озера происходил в аридном климате. Есть, однако, признаки колебаний гидротермических условий этого времени. Так, например, стоянка древнего человека на Волчьей Гриве Новосибирской области постоянно существовала в период от 15 до 13 тыс. л. н. в условиях климата избыточного увлажнения. Позже, однако, вновь установился режим дефицита влажности (*Мангышлакская аридизация*) [6].

Северная часть Обь-Иртышского междуречья (Тобольский «материк») ныне целиком относится к холодному гидротермическому поясу избыточного увлажнения. От широтного отрезка долины Иртыша в северном направлении влажность климата возрастает. В северной части этой территории (бассейны рек Б. Салым, Б. Юган, Куль-Еган и Ларь-Еган) она достигает максимума. В конце лета обильные осадки здесь приводят к некоторому подъёму уровню местных рек, а отчасти и самой Оби (конец июля, август).

Геологические образования недавней аридизации распространены также в приледниковой зоне последнего оледенения. Возможно, что слабонаклонная к Оби поверхность, простирающаяся к югу от Сибирских Увалов, как это предполагал А.А. Земцов, первоначально представляла собой субаэральную зандровую плоскость, а позже она была подтоплена приледниковым Мансийским озером. Также выяснилось, что на возвышенных междуречьях Обь-Иртышского междуречья (Тобольского материка) непосредственно под почвой залегают субаэральные покровные суглинки с ископаемой почвой. Ясные и поразительно парадоксальные следы аридизации широко распространены и в Кондинской низине, этой ныне сплошь заболоченной страны. Здесь и при наземных работах и, в особенности,

в процессе аэровизуальных наблюдений прослеживаются образования деятельности ветра. Распространены неглубокие, но обширные дефляционные понижения, ныне заболоченные. Они сочетаются в плане с высокими песчаными континентальными дюнами (маврами), которые возвышаются на многие метры над общей современной поверхностью болот и повсюду строго выдерживают широтное простирание. В совокупности все эти факты ясно свидетельствуют, что стаивание последнего оледенения протекало в условиях глубокой аридизации.

Сплошной покров субаэральных осадков залегает на междуречьях непосредственно ниже торфа и почвы в пределах приледниковой поверхности между широтным отрезком долины Оби и Сибирскими Увалами. Эти субаэральные осадки и формы микрорельефа, которыми они сложены, представляют собой таберальную толщу, образовавшуюся на осадках приледникового (Мансийского) озера. Эта толща является грунтовой составляющей, главным образом супесчаного состава, оставшейся позже вытаивания льда из ранее существовавшей едомы. Сама едома является образованием гидротермического баланса дефицита влаги, т. е. аридизации. Эта аридизация охватывала всю Северную Азию в эпоху дегляциации последнего оледенения.

Сибирские Увалы и почти вся территория к северу от них до побережья Северного Ледовитого океана сложена с поверхности геологическим и геоморфологическим комплексом последнего континентального оледенения МИС 2 (позднезырянского). В южной части этой обширной территории преобладают геологические образования, возникшие главным образом в процессе коллапса глетчера, т.е. расчленения его на массивы неподвижного льда. Это абляционная морена, холмисто-грядовый моренный рельеф, моренные гряды, окаймляющие массивы неподвижного вытаивавшего льда, зандры и т. д. На севере распространены также образования и подвижного льда вплоть до напорных форм (малоатлымские гляциодисклокации).

В современном рельефе ледниковой зоны отражены геологические образования времени дегляциации. Характерны относительно возвышенные участки былого вытаивания массивов неподвижного льда. Основная несколько сниженная поверхность представляет собой озёрно-болотные современные междуречья. Сниженной частью являются склоны и дно местных долин. Весь

рельеф и геологические особенности ледниковой зоны отражают избыточное увлажнение времени дегляциации последнего глетчера в условиях значительного притока тепла к земной поверхности.

Хотя ледниковая зона похолодания МИС 2 в Западной Сибири изучена слабо, выделяются два этапа, ранний и поздний. Ранний этап характеризовался быстрым надвиганием глетчера на континент и формированием самой гряды Сибирских Увалов. Наиболее глубокое продвижение на юг происходило в районах основных долин, Оби и Енисея. Здесь образовались краевые валообразные гляциальные гряды, вдающиеся на юг в виде дугообразных выступов. Важным результатом изучения гляциальных событий явилось то, что они протекали одновременно в Северном и Южном полушариях планеты [1]. Следовательно, причина оледенения была общей, глобальной. Разрастание континентальных ландшафтов в умеренных поясах Земли началось, как и в Сибири, позже 30 тыс. л. н., в связи с резким уменьшением притока к Земле энергии из космоса. В конце потепления МИС 3 (Липовско-Новосёловского в Западной Сибири) уровень Мирового океана был всего на 20-30 м ниже современного, но позже он понизился до минус 130 м, а возможно и ниже [8].

Около 20 тыс. л. н. похолодание, т. е. минимальный приток астрономической энергии (АПЭ) сменился очень быстрым возрастанием этой энергии до максимума. Это вызвало катастрофически быструю деградацию континентальных равнинных ледников [3]. Круговорот воды в атмосфере, а также гидротермический баланс поверхности Мирового океана и суши вызвали быстрое неравномерное во времени разрушение (коллапс) глетчеров на равнинах и подъём уровня Мирового океана от порядка минус 130 м до плюс 2-3 м (фландрская трансгрессия).

Пока остаётся весьма проблематичным и слабо изученным вопрос о характере и времени образования дна современных долин Западной Сибири (по местному луговой террасы). Эта поверхность включает в себя первую террасу, пойму с руслом и старицами. В совокупности она образует дно долин Западной Сибири, ограниченное эрозионными уступами площадки 1-й террасы. Время её образования охватывает лишь самый конец дегляциации последнего континентального оледенения и голоцен [2,7]. В этом сложном процессе принимали участие: динамика гидротермического баланса земной поверхности, местный и транзитный сток, включая катастрофический.

***Библиографический список***

1. *Борисова О.К.* Ландшафтно-климатические изменения в умеренных широтах Северного и Южного полушарий за последние 130 000 лет. М.: Геос, 2008. 247 с.

2. *Волков И.А., Волкова В.С., Задкова И.И.* Покровные лессовидные отложения и палеогеография юго-запада Западной Сибири в плиоцен-четвертичное время. Новосибирск: Наука. Сиб. отдние, 1969. 332 с.

3. *Волков И.А., Казьмин С.П.* Сток вод последнего оледенения Севера Евразии // География и природные ресурсы, 2007. № 4. С.5-10.

4. *Григорьев А.А., Будыко М.И.* О периодическом законе географической зональности // Докл. АН СССР, 1956. Т. 110. № 1. С. 129-132.

5. *Западная* Сибирь. // Отв. ред.: Г.Д. Рихтер. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 488 с.

6. *Казьмин С.П.* Современные и древние взвешенные эоловые наносы // Геоморфология, 2010. № 3. С. 46-51.

7. *Казьмин С.П., Волков И.А.* Динамика геологических процессов Северной Евразии в позднем дриасе и раннем голоцене // Вестн. ВГУ. Серия: Геология, 2008. № 2. С. 202-204.

8. *Кинд Н.В.* Геохронология позднего антропогена по изотопным данным. М.: Наука, 1974. 255 с.

## HYDROTHERMAL BALANCE OF THE TERRESTRIAL SURFACE AND DRAIN OF WESTERN SIBERIA

S.P. Kazmin

Siberian regional research hydrometeorological institute, Novosibirsk.

The main features of display of the doctrine about hydrothermal balance within Western Siberia throughout last continental freezing and Holocen are characterised. During a glacial age there were time reorganisations of the plan of valleys and a drain direction, but these changes did not break the essentially general evolution of a hydronetwork.

Key words: loessial cover; clacier; valley; river terrace; Ob.

УДК 551.582

# УВЛАЖНЕНИЕ СЕМИАРИДНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ВРЕМЕНИ МАЛОЙ ЛЕДНИКОВОЙ ЭПОХИ

С.П. Казьмин [1], И.А. Волков [2]

[1] Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт, 630099, г. Новосибирск, ул. Советская, 30, e-mail: c_kazmin@ngs.ru.

[2] Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, 630090, г. Новосибирск, пр. Академика В.А. Коптюга, 3

Многолетние исследования авторов на юге Западной Сибири, связанные с геологическим картированием, позволяют обрисовать особенности функционирования гидросети этого региона. На основании литературных данных и личных наблюдений выделено временное увлажнение климата, связанное с похолоданием Малой ледниковой эпохи.

Ключевые слова: гидросеть; долина; озеро; ландшафт; Бараба.

Южная окраина Западной Сибири, обладающая лесо-степными, а отчасти и степными ландшафтами, в хозяйственном отношении наиболее освоена и обладает высокой степенью населенности. Многие разнообразные факты свидетельствуют о том, что гидросеть этой полосы испытывала существенные колебания влажности. Хорошо известны, например, научные труды проф. А.В. Шнитникова о колебании уровня озёр южной части Западной Сибири. Но они касаются главным образом правобережья Иртыша, т.е. ограничены по площади наблюдений. Многолетние исследования авторов в обширном регионе Западной Сибири, связанные с геологосъёмочными работами, позволяют проследить особенности функционирования гидросети более полно [1; 2]. Обзор рационально вести с востока на запад, в сторону общего направления поверхностного стока.

Крупное оз. Убинское во второй половине XX–го века начало усыхать, и этот процесс усыхания продолжался и в последние годы. Особенности береговой линии самого озера и характера рельефа его расположения подтверждают факт его длительного усыхания. Сохранились остатки древних береговых линий, свидетельствующих о значительно более высоком уровне этого озера в недалеком прошлом. Есть и другая особенность строения гидросети района оз. Убинского, свидетельствующая о том же. Здесь в северо-западной части

© С.П. Казьмин, И.А. Волков, 2010

расположены многочисленные ныне бессточные озера, которые имеют столь низкие берега, что при древнем более высоком уровне основного озера они, несомненно, отчасти входили в его общую акваторию. Западнее озера расположена неширокая долина небольшой речки Угурманки. По этой долине сбрасывался избыток вод, когда уровень оз. Убинское был значительно выше современного. Усыхание этого ранее обширного водоёма отражает не только уменьшение влагообеспеченности района самого озера, но и западной части обширного Васюганского плато, которое являлось основным регионом поступления влаги в оз. Убинское с востока.

Следы недавнего сокращения обводнения гидросети достаточно детально изучены на обширной территории оз. Чаны и его озёрно-речного бассейна. Многолетние исследования сотрудников Института озероведения АН СССР позволили выявить сложную историю колебаний уровня самого озера и других элементов гидросети Барабы. Термин «пульсирующее озеро Чаны» наиболее точно отражает эволюцию самого крупного в Западной Сибири водоёма [3]. Нижний возрастной предел последнего высокого уровня оз. Чаны уверенно характеризовать преждевременно. Известно только вполне определенно, что на протяжении XVIII-го и XIX-го веков озеро имело уровень близкий к 109 м, при котором этот обширный водный бассейн был сточным. Западнее Юдинского плёса избыток вод водоёма сбрасывался на запад в обширное понижение, которое теперь именуется Курумбельской степью. Оно тогда было ещё одним элементом озёрной системы Чаны и возможно само сбрасывало избыток вод в долину Иртыша.

В начале XX–го века с оз. Курумбельского началось усыхание системы оз. Чаны, которое продолжается до настоящего времени. Этот процесс нанёс сильный удар, прежде всего по рыболовству. Выполнены некоторые хозяйственные мероприятия с целью уменьшить испарение с поверхности озера. Была построена земляная дамба, отчленявшая Западный Юдинский плёс от остальной акватории. Этот плёс довольно быстро высох и обратился в солончак. Нет никаких сомнений, что усыхание озёр Убинское и Чаны отражает динамику поверхностного стока Васюганского плато и всей Барабы. Оно отразило определенный климатический процесс всего юго-востока Западной Сибири.

Признаки недавнего сокращения обводнённости ясно прослеживаются и севернее системы оз. Чаны в долине р. Оми,

которая имеет озеровидные расширения. Теперь плоское дно таких расширений не заливается половодьями и рассматривается как первая речная терраса. Но у внешнего края этой поверхности протягиваются полосы береговых озёрных образований, налегающих на гумусированную почву. Они представлены россыпями раковин пресноводных моллюсков (главным образом гастропод), скоплениями супесей и растительных остатков. Эти, несомненно, озёрные береговые осадки ясно свидетельствуют об озёрном режиме недавнего прошлого. Тогда поверхность ныне первой речной террасы с гидрологических позиций представляла собой пойму или даже дно мелководных проточных внутридолинных озёр. Половодья р. Оми были более высокими, т. к. климат был влажнее, чем теперь. Малая мощность наслоения озёрных береговых образований и повсеместное налегание их непосредственно на хорошо развитую гумусированную почву ясно свидетельствуют о кратковременности озёрного режима.

Различные образования недавнего увлажнения климата распространены на обширных пространствах Ишим-Иртышского и Ишим-Тобольского междуречий, известных в литературе как Ишимская степь. Эта слабонаклонная на север равнина, простирающаяся севернее Кокчетавской возвышенности, обладает своеобразным мезо- и микрорельефом. Преобладает «колочный» западинный рельеф, который длительное время формировался, в основном, как бессточный. Такая бессточность обусловлена наличием неглубоких понижений, со склонов и дна которых влага в тёплые сезоны полностью испаряется обратно в атмосферу. Некоторые древние долины, пересекающие эти обширные междуречья, в основном, образовались давно в условиях климата, значительно более влажного, чем теперь.

Многие понижения междуречных пространств в недавнее время были озёрами (слабосолёными на юге и пресными севернее). Даже название некоторых таких понижений отражает недавнее пересыхание дна таких понижений, например «озеро пахотное». Бывшее озеро усохло и превратилось на памяти местных жителей в пашню. Среди наиболее значительной и древней долиной, пересекающей Ишимскую степь севернее Кокчетавской возвышенности в северо-восточном (в верховьях) и восточном направлении, является Камышловский Лог. Ныне его дно представляет собой цепь внутридолинных озёр, в верховьях долины бессточных, а в низовьях связанных друг с другом слабым ручьём Камышловкой, впадающим в Иртыш севернее г.

Омска. Усохшее дно речки Камышловки прослеживается в долине Камышловского Лога почти до её верховьев. В недавнее время озёра дна Камышловского Лога были временно или постоянно проточными. Сейчас они стали бессточными из-за некоторого иссушения климата.

Ясные образования некоторого недавнего увлажнения климата прослежены авторами и южнее Камышловского Лога, в районе оз. Шаглы. Восточнее и северо-восточнее водоёма расположены многие мелкие озёра, которые в недавнее время были связаны друг с другом слабо врезанной долиной ручья Чаглинки, ныне полностью пересохшей. Сходные черты рельефа и гидросети прослежены и далеко на севере, близ северных границ Ишимской степи, в районе группы крупных озёр Ик, Салтаим и Тенис, к северо-западу от г. Тюкалинска. Они занимают дно единой древней впадины. В северной части этой низины находятся мелкие ныне бессточные озёра. Недавно они были сезонно или постоянно проточными и являлись верховьями слабо врезанной долины р. Оши. В настоящее время долина сухая, лишь местами заболоченная. Отчасти пересохла и её средняя часть. Теперь постоянное течение Оша имеет только в нижней части своей долины. Она проходит здесь уже в пределах левого пологого склона долины Иртыша и имеет значительный приток грунтовых вод.

Ясные признаки недавнего увлажнения климата отражены и на обширных пространствах Ишим-Тобольского междуречья там, где ныне проходит дорога из гг. Кургана к Петропавловску. На старых топокартах, изданных в первой половине XX-го века, центральная часть междуречья к югу от истоков р. Вагай и его правого притока Емец указано единое оз. Чёрное, имевшее в поперечнике многие десятки километров. Это озеро было сточным. Избыток его вод стекал на север в долины указанных рек в Иртыш, а также на запад по долине р. Емуртла в Тобол. Ныне от него осталось небольшое бессточное озеро, сохранившее, однако, первоначальное наименование Чёрное.

Приведенный выше обзор признаков и образований недавнего увлажнения климата южной окраины Западной Сибири в целом свидетельствует о том, что оно было кратковременным. Ныне семиаридная полоса стала самой южной частью зоны избыточного увлажнения Западной Сибири. Это смещение южной границы избыточного увлажнения было единым и охватывало небольшой промежуток времени. В целом увлажнение, повышение уровней озёр и обильности речного стока не сопровождалось сколько-нибудь значительным изменением рельефа и геологического строения.

Сформировались эфемерные береговые озёрные валы, переместились вверх по долинам истоки долин, наметились образования последовавшего за увлажнением усыхания.

К сожалению образования обрисованного увлажнения климата пока не привлекли внимания большого числа исследователей. Однако важнейшее значение этого природного феномена несомненно. Фактические данные ясно свидетельствуют, что увеличение влажности климата имело характер кратковременного эпизода. Во многих местах водные образования подстилаются гумусированной почвой и иными образованиями климата, близкого к современному. Окончание относительно влажного периода также произошло одновременно. Оно охватывало в Западной Сибири, в основном, вторую половину XX-го века.

Исторические данные по Европейской части нашей страны и, в особенности по Западной Европе, дают полную возможность уверенно оценить время увлажнения климата в Западной Сибири. Оно являлось частью того похолодания, которое имело место в Европе и охватывало время от 1450 до 1850 гг., т. е. около 400 лет. Ему предшествовал длительный период относительно сухого и теплого климата. Максимум этого похолодания проявлялся в Европе в конце XVI-го и начале XVII-го веков. Так, например, в Европейской части России в 1600 г. лето было настолько холодным, что вымерзли все сельскохозяйственные культуры. Это вызвало последующую голодную зиму. Видимо, в это же время проявился и максимум увлажнения климата в Западной Сибири.

Есть все основания временное увлажнение климата Западной Сибири рассматривать как одновременный процесс его похолодания. Непосредственной причиной некоторого относительного увлажнения ландшафтов юга Западной Сибири явилось изменение гидротермического баланса земной поверхности, т. е. соотношения между тепло- и влагообеспеченностью. Приток влаги к поверхности Земли возрос, а испаряемость уменьшилась. Недостаточное увлажнение земной поверхности сменилось избыточным. Семиаридная полоса Западной Сибири, в связи с похолоданием, обратилась в южную часть пояса избыточного увлажнения. Позже похолодания гидротермический баланс земной поверхности вновь изменился. Произошло некоторое потепление климата, вызвавшее сокращение влагообеспеченности, а также уменьшение и в значительной мере прекращение речного стока. Вновь установились те

же аридные природные условия, которые были до похолодания. И во время увлажнения климата, и в последующее время его относительного иссушения ведущим фактором являлось теплообеспеченность, а влага была следствием динамики тепла.

Местные особенности гидротермического баланса земной поверхности не являлись, однако, единственной причиной изменения климата. На этот процесс оказывал влияние и круговорот воды в природе. Оценить взаимную роль местных и глобальных (межрегиональных) причин значительно сложнее, чем оценить местные особенности гидротермического баланса земной поверхности. Необходимо обратиться к анализу круговорота влаги и энергии над земной поверхностью, в атмосфере. Основой этого процесса являлись атмосферные явления взаимоотношений Мирового океана и континента Евразия. Передвижение воздушных масс сопровождалось сложными энергетическими процессами, оказывающими существенное влияние на местный (региональный) гидротермический баланс земной поверхности.

Самым сложным вопросом является общая причина выявленного похолодания климата Западной Сибири и всей Евразии. В формировании гидротермического баланса земной поверхности, несомненно, ведущим является энергетический фактор. Нет оснований полагать, что этот приток тепла к поверхности Земли во всей Евразии на время около 400 лет уменьшился только в результате одних земных природных процессов. Такое сокращение притока тепла, несомненно, носило глобальный характер. Оно отражало некоторое кратковременное уменьшение притока тепла к Земле из космоса. Ясно, что ограниченные объемы наблюдений авторов не могут дать уверенного ответа на высказанное предположение, но рассматривать полученные данные лишь как доказательства проявления одних внутренних процессов географической оболочки представляется весьма маловероятным. Для экологической проблемы изложенные авторами настоящего сообщения данные крайне важны. Необходимо продолжить эти исследования на более высоком уровне и обильном материале.

***Библиографический список***

1. *Волков И.А., Волкова В.С., Задкова И.И.* Покровные лессовидные отложения и палеогеография юго-запада Западной Сибири в плиоцен-четвертичное время. Новосибирск: Наука. Сиб. отдние, 1969. 332 с.

2. *Казьмин С.П.* Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1: 200 000. Изд. 2-е. Серия Западно-Сибирская. Омско-Кулундинская подсерия. Листы N-44-VII (Здвинск), N-44-XIII (Верх-Урюм), N-44-XIV (Довольное). Объяснительная записка. СПб.: Изд-во картфабрики ВСЕГЕИ, 2001. 119 с. + 6 графических приложений.

3. *Пульсирующее озеро Чаны.* // Отв. ред.: Н.П. Смирнова, А.В. Шнитников. Л.: Наука, 1982. 304 с.

## HUMIDIFYING OF A SEMIARID ZONE OF WESTERN SIBERIA TIME OF THE SMALL GLACIAL EPOCH

S.P. Kazmin[1], I.A. Volkov[2]

[1] Siberian regional research hydrometeorological institute, Novosibirsk.

[2] Institute of oil-and-gas geology and geophysics of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk.

Long-term researches of authors in the south of Western Siberia, connected with geological shooting, allow to depict features of functioning of a hydronetwork of this region. On the basis of the literary data and personal observations the time humidifying of a climate connected with a cold snap of a Small glacial epoch is allocated.

Key words: hydronetwork; valley; lake; landscape; Baraba.

УДК 581.5:502.7

# ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ ТЕХНОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЛОРИЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Л.А. Карапетян[1], О.А. Джугарян[1], З.С. Варданян[2], С.А. Унанян[3]

[1.] Центр эколого-ноосферных исследований НАН РА, Армения, г. Ереван, ул. Абовяна 68 e-mail: ecocentr@sci.am

[2.] Ванадзорский гасударственный педагогический институт имени Ованеса Туманяна Армения, г. Ванадзор, ул. Тиграна Меца 36

[3.] Научний центр почвоведения, агрохимии и мелиорации имени Гранта Петросяна, Армения, г. Ереван, ул. Исакова 33

Ухудшения городской среды городов Лорийской области связано с загрязнением, выбросами промышленных заводов в г. Алаверди, Ванадзор, Спитак. Накопление Pb, Cu, Zn в почвах зависит от их содержания в атмосфере и орошаемой воде.

Ключевые слова: тяжелые металлы; почва; техногенез; загрязнение; экологическая оценка.

Наиболее сильно техногенное воздействие на природную среду и население проявляется в городах. Любой вид техногенеза связан с поступлением в окружающую среду разнообразных отходов, меняющих ее физико-химические характеристики [1, 2].

В отличие от других компонентов окружающей среды, почва является мощным аккумулятором и депонентом ТМ и обладает очень слабой самоочищающей способностью [3].

Лорийская область является огромным промышленным центром. Выбросы промышленных предприятий нарушили равновесие экологических систем. Почвы промышленных центров Лорийской области (городов Алаверди, Ванадзора, Спитака) загрязнены ТМ, которые намного превышают их содержание в контрольных пробах.

Ухудшение состояния городской среды городов Алаверди, Ванадзора, Спитака, способствовало увеличению показателей заболеваемости городского населения, что вызывает острую необходимость в проведении комплексных научных исследований по оценке экотоксикологического состояния городской среды и разработке системы биомониторинга загрязнения почв урбанизированных территории Лорийсой области.

© Л.А. Карапетян[1], О.А. Джугарян[1], З.С. Варданян[2], С.А. Унанян, 2010

***Цель исследований*** заключалась в составлении характеристики загрязнения ТМ почв городской среды г. Алаверди, Ванадзора, Спитака. Основное внимание было направлено на изучение следующих вопросов:

- Поступление и накопление ТМ (Pb, Cu, Zn) в почвах городских территорий;
- Разработка мониторинга загрязнения почв городской среды;
- Составление карты-схемы загрязнения почв г. Алаверди, Ванадзора, Спитака.

Исследования проводились с 2003 г. по 2010 г.

***Методика исследований***. Пространственное распространение техногенных выбросов определялось посредством геохимической оценки загрязнения почв ТМ путем сравнения фактического материала с данными фоновых участков почв. ТМ определялись атомно-абсорбционным фотометром марки «Сатурн». Площадки для отбора проб почв были заложены на территории городов: 0,5 1,5 3,0 5,0 15,0 20,0 км от центра загрязнения, по направлению розы ветров. Контроль был взят на расстоянии 30-35 км от заводов. Источники загрязнения: Алавердский горно-металлургический завод, Ванадзорский химический завод, Спитакский сахарный завод, которые расположены на территории городов Алаверди, Ванадзор, Спитак.

При составлении геохимических показателей была использована база данных, что надежно повысило информационное качество показателей и дала возможность рекомендовать данную методику при составлении характеристик загрязнения ТМ почв и растений окружающей среды.

Для составления комплексной геохимической характеристики загрязнения тяжелыми металлами городской среды нами была использована методика, разработанная в ИМГРЭ (г. Москва, 1982 г.).

Коэффициент концентрации (Кс) рассчитывался по формуле отношения содержания элементов в исследуемом объекте (Ci) и данные фонового содержания ТМ

$$Кс = \frac{Ci}{Сф}.$$

За фоновое значение было принято содержание химического элемента в аналогичном объеме на незагрязненных площадях на расстоянии 30-35 км от источника загрязнения.

***Результаты и обсуждение.*** По предварительным данным наших исследований выявлено загрязнение почв городской среды в основном свинцом, медью и цинком. Из данных таблицы 1 видно, что содержание свинца, меди и цинка в почве городской среды значительно выше контроля. Количество свинца в окрестности металлургического комбината г.Алаверди превышало фон меди на 37,6 (вал.) и 57,8 (подв.), свинца - 60,4 и 37,1, цинка - 7,8 и 10,1 раз; 1,5 км соответственно – меди - 34,6 и 56,5, свинца - 60,9 и 36,9, цинка – 6,7 и 11,4; в 3 км - меди – 21,0 и 25,4, свинца – 42,4 и 26,5, цинка – 4,7 и 4,1; в 5,0 км - меди – 3,6 и 8,3, свинца – 9,9 и 6,1, цинка -2,7 и 2,3; в 10,0 км - меди – 3,2 и 3,4, свинца – 9,2 и 5,8, цинка – 1,3 и 1,7; в 15,0 км - меди – 2,2 и 3,6, свинца – 5,3 и 3,4, цинка – 1,1 и 1,7; в 20,0 км - меди – 1,3 и 1,4, свинца – 1,1 и 1,0, цинка – 1,0 и 1,0 раз.

Количество свинца в окрестности химического комбината г. Ванадзора превышало фон меди на 4,2 (вал.) и 8,8(подв.), свинца – 36,4 и 15,9, цинка – 8,7 и 12,1 раз; 1,5 км соответственно – меди – 4,5 и 7,2, свинца - 36,8 и 16,2, цинка – 7,8 и 10,5; в 3 км - меди – 4,5 и 5,5, свинца – 35,6 и 17,1, цинка – 6,2 и 7,3; в 5,0 км - меди – 3,8 и 5,1, свинца – 17,6 и 10,0, цинка -5,1 и 6,7; в 10,0 км - меди – 2,2 и 3,5, свинца – 6,1 и 1,2, цинка – 2,3 и 2,8; в 15,0 км - меди – 1,3 и 1,9, свинца – 5,1 и 2,2, цинка – 1,8 и 2,0; в 20,0 км - меди – 1,1 и 1,9, свинца – 1,1 и 1,3, цинка – 1,2 и 1,0 раз.

Количество свинца в окрестности сахарного завода г. Спитака превышало фон меди в 6,0 (вал.) и 7,4 (подв.), свинца – 5,4 и 7,3, цинка – 2,5 и 5,5 раз; 1,5 км соответственно – меди – 3,5 и 6,4, свинца – 7,0 и 6,5, цинка – 2,5 и 4,3; в 3 км - меди – 3,4 и 6,3, свинца – 7,0 и 6,4, цинка – 2,4 и 4,2; в 5,0 км - меди – 2,9 и 4,0, свинца – 5,4 и 5,3, цинка - 1,5 и 2,2; в 10,0 км - меди – 2,0 и 3,2, свинца – 5,2 и 4,5, цинка – 1,2 и 1,9; в 15,0 км - меди – 1,4 и 2,6, свинца – 3,7 и 2,4, цинка – 1,1 и 1,7; в 20,0 км - меди – 1,2 и 1,7, свинца – 1,0 и 1,5, цинка – 1,1 и 1,3 раз.

Для каждого очага устанавливали количественный уровень загрязнения и перечень химических элементов, участвующих в загрязнении.

Данные аналитического материала показывают, что больше всего ТМ накапливается в почве территорий, близлежащих к заводам и по мере отдаления постепенно уменьшается.

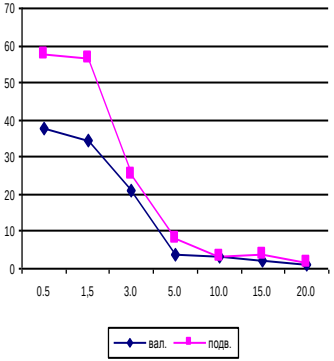
Таблица 1.

**Содержание валовых и подвижных форм ТМ в почвах промишленных городов Алаверди, Ванадзора, Спитака Лорийской области в 2003 г. и в 2010 г.**

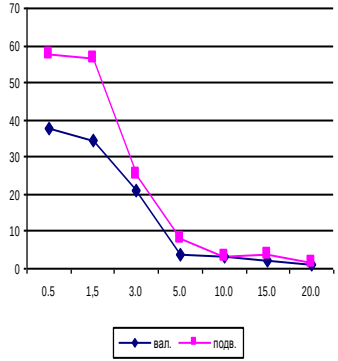
| Расстояние от объекта км | Металлургический комбинат г. Алаверди | | | | | | Химический комбинат г.Ванадзора | | | | | | Сахарный завода г.Спитака | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Cu | | Pb | | Zn | | Cu | | Pb | | Zn | | Cu | | Pb | | Zn | |
| | Вал. | Подв. | Вал. | Подв. | Вал. | Подв. | Вал. | Подв. | Вал. | Подв. | Вал. | Подв. | Вал. | Подв. | Вал. | Подв. | Вал. | Подв. |
| 0,5 | 37,6 | 57,8 | 60,4 | 37,1 | 7,8 | 10,1 | 4,2 | 8,8 | 66,4 | 15,9 | 8,7 | 12,1 | 6,0 | 7,4 | 5,4 | 7,3 | 2,5 | 5,5 |
| 1,5 | 34,6 | 56,5 | 60,9 | 36,9 | 6,7 | 11,4 | 4,5 | 7,2 | 66,8 | 16,2 | 7,8 | 10,5 | 3,5 | 6,4 | 7,0 | 6,5 | 2,5 | 4,3 |
| 3,0 | 21,0 | 25,4 | 42,4 | 26,5 | 4,7 | 4,1 | 4,5 | 5,5 | 35,6 | 17,1 | 6,2 | 7,3 | 3,4 | 6,3 | 7,0 | 6,4 | 2,4 | 4,2 |
| 5,0 | 3,6 | 3,3 | 9,9 | 6,1 | 2,7 | 2,3 | 3,8 | 5,1 | 7,6 | 10,0 | 5,1 | 6,7 | 2,9 | 4,0 | 5,4 | 5,3 | 1,5 | 2,2 |
| 10,0 | 3,2 | 3,4 | 9,2 | 5,8 | 1,3 | 1,7 | 2,2 | 3,5 | 5,1 | 1,2 | 2,3 | 2,8 | 2,0 | 3,2 | 5,2 | 4,5 | 1,2 | 1,9 |
| 15,0 | 2,2 | 3,6 | 5,3 | 3,4 | 1,1 | 1,7 | 1,3 | 1,9 | 5,1 | 2,2 | 1,8 | 2,0 | 1,4 | 2,6 | 3,7 | 2,4 | 1,1 | 1,7 |
| 20,0 | 1,3 | 1,4 | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 1,9 | 1,1 | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 1,7 | 1,0 | 1,5 | 1,1 | 1,3 |

**Металлургический комбинат г. Алаверди**

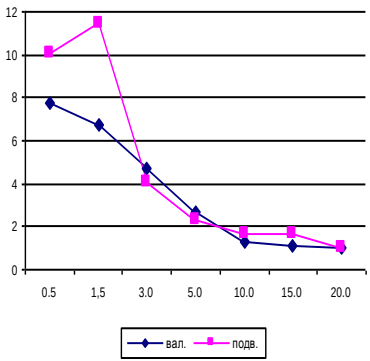
Cu




Pb

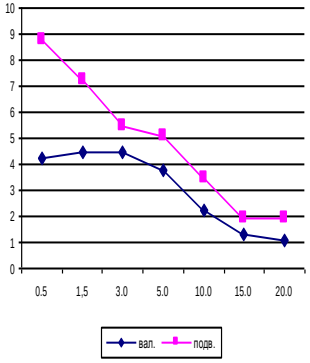



Zn

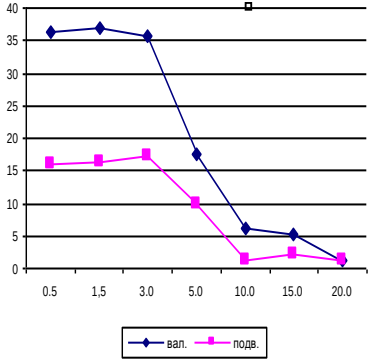


**Химический комбинат г. Ванадзора**

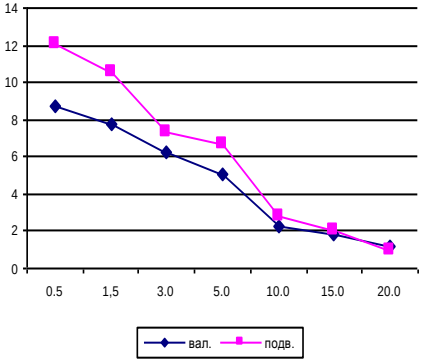
Cu




Pb

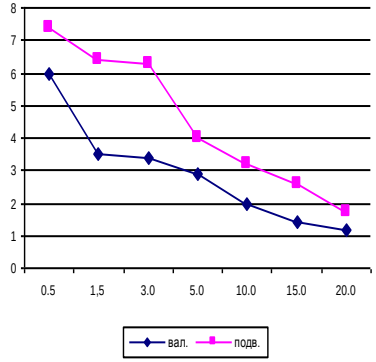



Zn

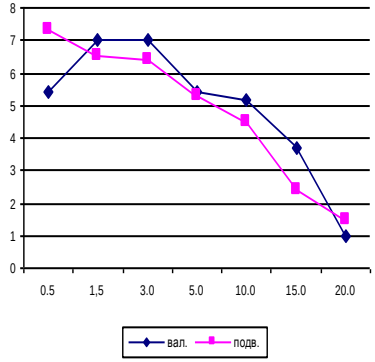


**Сахарный комбинат г. Спитака**

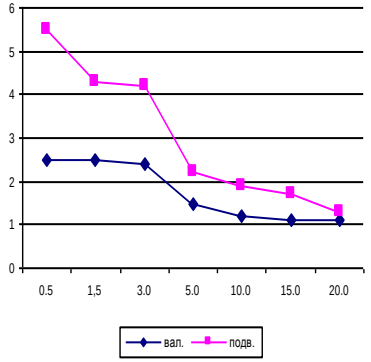
Cu




Pb




Zn



Таким образом:

1. Вариабельность накопления свинца, меди и цинка в почвах зависит в основном от техногенных факторов: выбросов Алавердского горно-металлургического завода, Ванадзорского химического завода, Сахарного завода г.Спитака – депонированного содержания выбросов систочников эммисии.

2. Данные биоиндикации загрязнения почв и банка данных накопления ТМ в городской среде были положены в основу экотоксикологической оценки и мониторинга загрязнения почв.

***Библиографический список***

1. *Алексеев Ю.В*. Тяжелые металлы в почвах и растениях.- М.: Агропромиздат, 1987.- 180 с.

2. *Амирджанян Ж.А*. Запасы микроэлементов в горных черноземах Арм. ССР и эффективность применения микроудобрений // Тр. НИИ почвовед. и агрохим. МСХ Арм. ССР.- Ереван, 1980.- Вып. 15.- С. 116-121.

3. *Джугарян О.А*. Экотоксикология техногенного загрязнения: Монография.- Смоленск, 2000, 280с.

4. *Ильин В.Б*. Тяжелые металлы в системе почва-растения.- Новосибирск, 1991.

5. *Ковда В.А*. Биохимия почвенного покрова. - М.: Наука, 1985. - 263 с.

6. *Особенности* распределения тяжелых металлов на территории Армении.- Ереван, 2004.- 156 с.

7. *Унанян С.А*. Загрязнение почв и растительного покрова тяжелыми металлами (Cu, Pb, Mo) вокруг Алавердского горно-металлургического комбината // Дис. канд. с.х. наук.- Ереван, 1987. - 183 с.

8. Экотоксикологическая оценка риска загрязнения окружающей среды Кавказа //Материалы международного научного семинара.- Ереван, 2002. - 183 с.

THE ECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE HEAVY METALS IN THE SOILS TECHNOGENEZ OF LORI MARZ

L.A. Karapetyan, O.A. Juharyan, Z.S. Vardanyan, S.A. Hunanyan.

The summary of Deterioration of the city environment of cities of Lori area Vanadzor, Spitak is connected with pollution by emissions of industrial factories in Alaverdi. Accumulation Pb, Cu, Zn in soils depends from their maintenance in atmosphere and irrigated water.

Keywords: heavy metals; soil; technogenez; pollution; an ecological assessment.

УДК 551.4

# СОВРЕМЕННОЕ АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ГЕОСИСТЕМЫ ГРЯЗЕВЫХ ВУЛКАНОВ И ОКРУЖАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ

Э.Д. Керимова

Институт географии им. акад. Г.А. Алиева НАН Азербайджана, AZ1143, Азербайджан, г. Баку, просп. Г. Джавида, 31, e-mail: kerimovae@hotmail.ru

Статья посвящена анализу современных экологических проблем естественных ландшафтов Абшерон-Гобустанского региона Азербайджана, а также ландшафтов, созданных под влиянием грязевулканической деятельности. Указывается, что ухудшение экологической обстановки в регионе связано с увеличением антропогенных нагрузок на ландшафты. Особенно негативная ситуация складывается в уникальных грязевулканических ландшафтах.

Ключевые слова: грязевой вулканизм; ландшафты грязевых вулканов; антропогенное воздействие; экология; загрязнение окружающей среды.

Территория Азербайджана является уникальным на Земле регионом по количеству расположенных здесь грязевых вулканов, их разнообразию и проявлениям активной деятельности. 70% грязевых вулканов Азербайджана - действующие. В общей сложности грязевые вулканы страны составляют 45% от числа всех вулканов в мире. Здесь встречаются все формы проявления грязевого вулканизма – действующие, потухшие, погребенные, подводные, островные, нефтяные.

Наиболее мощное развитие грязевой вулканизм получил в восточной части страны – в Абшерон-Гобустанском районе благодаря наличию здесь совокупности необходимых условий для своего

© Э.Д. Керимова, 2010

развития (мощной толщи пластичных глинистых пород в разрезе, погребённых пластовых вод, значительному скоплению углеводородных газов в недрах, разрывных нарушений и превышения в очаге грязевого вулкана пластового давления над гидростатическим). В силу высокой плотности своего распространения и активности они играют заметную роль в формировании современного рельефа и ландшафтов данной территории.

Повышенный радиационный баланс (40,4-48 ккал/см$^2$ в год) и пониженная относительная увлажнённость (20-50%) региона обусловили здесь доминирование полупустынного и, частично, сухостепного ландшафта, которые представлены эфемеровой разнотравно-злаковой растительностью (Абшеронский полуостров); полынными, полынно-солянковыми (Западный Гобустан) и солянковыми мелкокустарниковыми (Восточный Гобустан) полупустынями на серозёмно-бурых, сероземно-бурых солонцеватых, серозёмных почвах [2].

Интенсивное же развитие грязевого вулканизма привело к формированию на Абшероне и в Гобустане специфического типа ландшафта - грязевулканического, который по своим геохимическим особенностям резко выделяется на фоне окружающих его естественных ландшафтов. Его характерным признаком является избыточное содержание ряда химических микроэлементов, присущих выбросам грязевых вулканов (бор, молибден, стронций, иттербий, свинец др.), и токсичных солей, которые, поступая на поверхность, приводят к формированию литогенной основы с высоким солесодержанием и более интенсивному развитию на ней по сравнению с окружающими территориями галофитной растительности (жирная солянка, шведка, кенгиз) [1, 3]. Данный тип ландшафта локализуется на ограниченной территории, прилегающей к конусам грязевых вулканов. Он отличается своей эндемичностью, редкостью, нестабильностью, а также легкотеряемостью.

Наибольшую площадь грязевулканические ландшафты занимают в Гобустане, что связано с высокой плотностью распространения здесь грязевых вулканов и аридными климатическими условиями, препятствующими выведению солей из брекчиевых почв.

На современном этапе экономического развития республики основная угроза стабильности местных экосистем в целом и экосистем грязевых вулканов особенно исходит от интенсификации

антропогенного воздействия. Под его влиянием резко изменяется направленность и интенсивность природных процессов, что в конечном итоге приводит к качественным изменениям в структуре местных ландшафтов.

Но степень вовлеченности региона в хозяйственную жизнь республики не одинакова. Различается также вид воздействий. Здесь присутствуют как совершенно не тронутые человеческой деятельностью участки, так и территории, измененные человеком, коренным образом, где уже полностью отсутствуют естественные ПТК, которые были замещены их антропогенными модификациями. Основной причиной столь неравномерного распределения антропогенной нагрузки в регионе являются, несомненно, экономические и местные природно-климатические условия.

Наибольшей своей интенсивности трансформация ландшафтов достигает на Абшеронском полуострове. Уже давно на большей части территории Абшерона естественные сухостепные и полупустынные ландшафты существенно видоизменились, на их основе интенсивно развиваются селитебные, техногенные, транспортные и агротехнические модификации антропогенного ландшафта.

Схожая по ряду основных природных и климатических показателей прилегающая к Абшерону область Гобустана, по сравнению с последним, освоена значительно слабее и менее вовлечена в экономическую жизнь республики. В отличие от Абшерона в Гобустане промышленный сектор практически не развит, поэтому, основное направление использования территории – сельскохозяйственное производство. В результате экстенсивного ведения здесь сельского хозяйства (преимущественно отгонно-пастбищного животноводства с очагами богарного земледелия) имеет место деградация почвенно-растительного покрова, интенсификация эрозионно-денудационных, аридно-денудационных процессов, процессов опустынивания и др. [4].

Большинство грязевых вулканов Гобустана расположено вдали от немногочисленных населенных пунктов. Наверно благодаря этому фактору ни сами вулканы, ни их ландшафты не испытывают на себе такого влияния человеческой деятельности, которое имеет место у грязевых вулканов, расположенных на Абшеронской полуострове, где многие из них уже располагаются в черте абшеронских сел и поселков. Бесконтрольное строительство жилых домов ведется непосредственно на их склонах (грязевые вулканы Кейреки, Боздаг-Гобу, Кечалдаг).

Масштаб застройки очень четко прослеживается даже на космоснимках (рис. 1.). В опасной близости от вулканов идет прокладка дорог и коммуникаций, на склонах организуются свалки бытовых и промышленных отходов[4].




**Рис. 1. Грязевой вулкан Кейреки (источник – Google Earth)**

В результате нарушается внешний облик грязевых вулканов, идут процессы разрушения уникальных грязевулканических ландшафтов, заключающиеся в ускоренной эрозии, дефляции и засолении почв, связанных с механическими повреждениями растительного и почвенного покровов, изменении рельефа карьерно-отвальными комплексами.

Техногенные процессы, по общему мнению вулканологов, в большинстве случаев влияют на активность грязевых вулканов. В первую очередь к таковым относятся различного рода строительные работы, ведущиеся в непосредственной близости от действующих вулканов. Их воздействие в совокупности с природными внутренними механизмами означает, что извержение вулкана невозможно точно предсказать. Наглядный пример - грязевой вулкан Кечалдаг расположенный на Абшеронском полуострове на юго-восточном берегу Джейранбатанского водохранилища, он считался потухшим,

так как не проявлял активности на протяжении двух столетий. Его пробуждение в октябре 2000 г. стало неожиданностью для ученых. Под выброшенной брекчией оказались жилые строения у его подножия.

Таким образом, опасное соседство человека и грязевого вулкана чревато негативными последствиями не только для грязевых вулканов, но и для человека. Помимо мощных извержений, которые могут привести к человеческим жертвам, опасность для человека может происходить и от брекчии, являющейся продуктом вулканической деятельности. Она содержит в своем составе много биологически активных химических элементов – бром, бор, молибден, стронций, свинец и др. С их избытком в кормовых растениях (шведка, караган, полынь) и водах связаны некоторые эндемические заболевания мелкого рогатого скота.

В сложившихся условиях назрела острая необходимость разработки и принятия на государственном уровне срочных действенных мер по сохранению, восстановлению и предотвращению дальнейшего разрушения, как самих грязевых вулканов, так и специфических грязевулканических ландшафтов.

В рамках принятых на государственном уровне законодательных актов, направленных на сохранение и восстановление грязевулканических ландшафтов было принято решение о создании в республике Национального Парка грязевых вулканов. Очевидно, что деятельность подобного рода объектов будет иметь большую не только экономическую и экологическую, но и политическую выгоду для республики, так как будет способствовать популяризации знаний об Азербайджане на мировой арене.

### *Библиографический список*

1. *Ахмедов А.Г.* Грязевые вулканы и окружающая среда // Баку, Общество «Знание», 1985, 50 с.

2. *Будагов Б.А.* Современные естественные ландшафты Азербайджанской ССР, Баку, «Элм», 1988 г.

3. *Будагов Б.А., Микаилов А.А.* Ландшафты районов развития грязевых вулканов Азербайджана. Отчет, Фонд ИГ НАН Азербайджана, 1972 г.

4. *Керимова Э.Д.* Современное эколандшафтное состояние грязевулканических областей Азербайджана (на примере Гобустан-Абшеронского района) / «Экстремальные природно-разрушительные

явления и создаваемые ими экогеографические проблемы», Труды Географического Общества Азербайджана, т. XIII, Баку, 2008 г.

MODERN ANTHROPOGENIC INFLUENCE ON GEOSYSTEMS OF MUD VOLCANOES AND SURROUNDING TERRITORIES

Kerimova E.J.
Institute of geography named after acad. H.A. Aliyev of the Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

The article is devoted to the analysis of modern ecological problems of natural landscapes of Absheron-Gobustan region of Azerbaijan and also the landscapes created under influence of mud volcanoes activity. It is noted worsening of ecological conditions in region is connected with increase of anthropogenic loadings to landscapes. Especially negative situation develops in unique mud volcanoes landscapes.

Key words: mud volcano; landscapes of mud volcanoes; anthropogenic influence; ecology; pollution of the environment

УДК 631.41:504:53

# ИЗМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПРИ ПОВТОРНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ НЕФТЬЮ

А.Д. Кирсанов, Е.Е.Орлова, А.В. Иванова
Санкт-Петербургский государственный университет,
199178, Санкт-Петербург, В.О., 16-я линия, д. 29, кафедра агрохимии,
orlova55@mail.ru

Состояние почвенной микробиоты при повторном нефтяном загрязнении оценивалось в лабораторном модельном эксперименте. Функциональное состояние микробоценоза вторично загрязненной почвы принципиально отличается от такового при первичном загрязнении. Показано, что почвенный микробоценоз адаптировался к нефтяному загрязнению.

Ключевые слова: нефтезагрязнение почв; самовосстановление почв; почвенный микробоценоз; биологическая активность; экологическая устойчивость почв.

Одной из серьезных экологических проблем в нашей стране является загрязнение нефтью и нефтепродуктами почвенного покрова обширных территорий в результате аварийных ситуаций при добыче, транспортировке и переработке углеводородсодержащего сырья, утечек из водохранилищ, разливах на автозаправочных станциях и т.д.

© А.Д. Кирсанов, Е.Е.Орлова, А.В. Иванова, 2010

За последние десятилетия проблема восстановления нефтезагрязненых почв приобретает все большую остроту и актуальность. Очевидно, что для того, чтобы разрабатывать наиболее адекватные меры по реабилитации нефтезагрязненных почв, необходимо детально представлять особенности биодеструкции нефти и восстановления нарушенных свойств почв, которые происходят естественным путем, без вмешательства человека и каких-либо специальных мероприятий.

Загрязнение почв нефтью существенным образом нарушает все экологические функции почв, а при значительном уровне загрязнения делает невозможным само существование биоценоза. Известно, что почвообитающие микроорганизмы, с одной стороны, являются чуткими индикаторами биологического состояния почв и грунтов, в том числе загрязненными различными химическими веществами, а с другой, многочисленными исследованиями показано, что решающая роль в процессах биодеградации нефти в почве принадлежит почвенным микроорганизмам.

Следует отметить, что нарушенные экосистемы, как правило, подвергаются, не однократным, а многократным воздействиям, поэтому особый интерес представляет изучение состояния почвенного микробоценоза при повторном нефтяном загрязнении. Сведений в научной литературе по данному вопросу на сегодняшний день крайне мало. В связи с этим в условиях лабораторного эксперимента было изучено влияние вторичного загрязнения нефтью дерново-подзолистой почвы.

Для постановки данного эксперимента были отобраны образцы хорошо окультуренной дерново-подзолистой суглинистой почвы на карбонатной морене, прошедшие 4-хлетний период самовосстановления при исходном уровне загрязнения 10 л/м$^2$. Модельное загрязнение проводилось сырой нефтью в количестве 1 и 5% от массы почвы в лабораторных условиях. Контролем служил незагрязненный аналог почвы, используемой в опыте. Повторность эксперимента 3-х кратная. Исследования биологической активности проводились в 6-кратной повторности через 0,5, 3 и 6 месяцев после загрязнения.

Состояние почвенной микробиоты при повторном нефтяном загрязнении оценивали по средорегулирующей активности почвенного микробоценоза, характеризующейся скоростью и интенсивностью ответной реакции на внесение в почву глюкозы.

Изучение средорегулирующей активности вторично загрязненной дерново-подзолистой почвы выявило следующие закономерности (табл. 1).

Таблица 1.

**Средорегулирующая активность вторично загрязненной дерново-подзолистой почвы, мг $CO_2$ / 100г п. / сут.**

| ***Вариант*** | *0,5 месяца* | *3 месяца* | *6 месяцев* |
|---|---|---|---|
| 0% нефти | 28,12±5,17 | 24,86±4,57 | 23,05±3,73 |
| 1% нефти | 53,03±5,59 | 36,34±6,59 | 32,53±2,33 |
| 5% нефти | 52,53±3,06 | 60,93±2,75 | 57,73±4,24 |

Повторное загрязнение нефтью приводит к резкому – в 1,5-2 раза – усилению почвенного дыхания по сравнению с контролем. Т.е. уже на ранних этапах, в отличие от первичного загрязнения, не наблюдается ингибирующего действия нефтяных углеводородов даже при высоком уровне загрязнения. Характерно, что в начале эксперимента варианты опыта в зависимости от дозы внесенной нефти достоверно не различаются между собой. Но уже через 3 месяца активность почвы с максимальным уровнем загрязнения почти в 2 раза выше, чем при 1%-ом нефтяном загрязнении.

Функциональное состояние микробоценоза вторично загрязненной почвы принципиально отличается от такового при первичном загрязнении.

Полученное в лабораторном модельном эксперименте значительное усиление средорегулирующей активности указывает на то, что почвенный микробоценоз за время после первичного загрязнения (4 года) адаптировался к нефтяному загрязнению и в нем, по всей видимости, подавляющее большинство составляют нефтеокисляющие микроорганизмы, которые воспринимают вновь внесенные углеводороды в качестве энергетического субстрата.

## THE CHANGES OF SODDY-PODZOLIC SOIL BIOLOGICAL ACTIVITY UNDER SECONDARY OIL POLLUTION

A.D. Kirsanov, E.E. Orlova, A.V. Ivanova
S.-Petersburg State University, Agriculture department, Russia, 199178, S.-Petersburg, V.I., 16 line, 29, orlova55@mail.ru

The state of soilmicrobiota under secondary oil pollution was estimated in laboratory condition. It greatly differed from the same under single oil pollution. It was showed that soil microcenoses adapted for oil pollution.

Key words:oil pollution; soil self-rehabilitation; soil microcenoses; soil biological activity; ecological stability.

УДК 630*182.21 : 630*907.11

# ВЛИЯНИЕ ПРОШЛОГО АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СОВРЕМЕННЫЙ ОБЛИК ЛАНДШАФТОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ЛОСИНЫЙ ОСТРОВ»

В.В. Киселева
Национальный парк «Лосиный остров», 107113, Москва, Поперечный просек, д. 1г; e-mail: vvkisel@mail.ru

Проанализирована история освоения территории национального парка «Лосиный остров», последствия хозяйственной деятельности для его ландшафтов в разные периоды, следы прошлой хозяйственной деятельности в современном ландшафте. Показано, что до начала урбанизации изменения в ландшафтах парка были обратимыми. Современный уровень воздействия городской среды существенно изменяет характер круговорота веществ, что может препятствовать восстановлению коренных лесов даже на охраняемой природной территории.

Ключевые слова: хозяйственная деятельность, леса, национальный парк.

Национальный парк «Лосиный остров» расположен в северо-восточном секторе Москвы и Ближнего Подмосковья, на границе трех физико-географических районов: Клинско-Дмитровской гряды, Московско-Окского междуречья и Мещерской низменности; его территория относится к подзоне хвойно-широколиственных лесов. Парк включает в себя 5 ландшафтов: моренную равнину, три водно-ледниковые равнины и древнюю заболоченную ложбину стока.

Подмосковье, как и вся Русская равнина, давно освоено человеком, в связи с чем исходный облик ландшафтов можно восстановить только теоретически, исходя из рельефа и почвенных условий. На основании работ С.Ф. Курнаева и Л.П. Рысина [4, 6] мы предполагаем, что до начала интенсивной хозяйственной деятельности на территории парка преобладали еловые, елово-липовые и липово-дубовые леса; на песчаных террасах и верховых болотах были распространены сосняки, а по долинам малых рек и ручьев – березняки и ольшаники.

В истории освоения «Лосиного острова» и прилегающих к нему территорий можно условно выделить 5 периодов.

1. *Период славянской колонизации (XII-XIII вв.)*. Начало коренного преобразования ландшафтов «Лосиного острова». Основные виды пользования – подсечно-огневое земледелие и

© В.В. Киселева, 2010

скотоводство. Освоение отдельного участка леса под пашни носило кратковременный характер, но в лесопольный оборот с периодичностью в несколько десятилетий вовлекались значительные площади. При первичном выжигании происходили значительные потери углерода, менялись свойства верхних горизонтов почв, что определяло новый состав поселяющейся на них растительности. Залежи зарастали, скорее всего, березой и осиной, на легких почвах – сосной. На месте коренных лесов с преобладанием ели и липы возникали производные леса, что, в свою очередь, меняло характер поступающего в почву опада, во всяком случае, в мелколиственных лесах, и еще дальше «уводило» растительные сообщества от их исходного состояния. В первую очередь в хозяйственную деятельность вовлекались наиболее плодородные участки вершин и верхних частей склонов на остаточно-карбонатных почвах под липовыми и елово-липовыми лесами и верхние террасы рек с легкими почвами, удобными для распашки простыми орудиями.

К этому времени относятся наиболее ранние археологические памятники на территории современного национального парка – курганные группы. Иных следов хозяйственной деятельности не выявлено, они были стерты в последующие века. Размещение курганных групп, связанных со средневековыми поселениями, примерно соответствует размерам участка, использовавшегося одним поселением в 3-5 дворов, – 10 км$^2$ [1]. Это означает, что леса были освоены ровно на столько, на сколько позволял уровень развития хозяйства того времени.

2. *Период «собирания земель» вокруг Москвы (XIV-XVI вв.)*. На это время приходится пик заселенности «Лосиного острова», приведший к окончательному сведению коренных лесов. На его территории в XV-XVII вв. размещались более 20 поселений княжеских и царских «служилых людей» и монастырских деревень [7]. Однако, сельское хозяйство не было основным источником жизнеобеспечения – «служилые люди» получали жалование. Именно это и объясняет достаточно большое количество поселений на лесных почвах.

Многие поселения были идентифицированы на местности. В настоящее время селища, как правило, представляют собой поляны, реже – участки под лесом. На одном из временных водотоков, впадающих с юга в Яузские болота, просматриваются остатки плотины, некогда перегораживавшей мелкий ручей. С этого же времени существуют в парке и некоторые дороги, не зарастающие,

несмотря на то, что движение по ним сейчас только пешее и не слишком интенсивное.

Последствия преобразования природной среды в Средние Века сказываются до сих пор на распределении и сезонной динамике воробьиных птиц [3]: выявлены заметные различия в сроках их прилета и в численности между местами бывших поселений (возле курганных групп) и остальным лесным массивом.

Однако в целом, несмотря на практически полное уничтожение коренной лесной растительности, изменения ландшафтов «Лосиного острова» под действием средневекового сельского хозяйства оказались обратимыми, как это показано ниже, т.к. не была преобразована геологическая «подоснова» и не был существенно изменен гидрологический режим территории.

3. *Смутное Время и первое столетие правления Романовых (XVII-XVIII вв.)* – угасание хозяйственной деятельности в границах «Лосиного острова» и формирование современного лесного массива. Мелкие поселения пришли в упадок, центры хозяйственной активности сместились к двум основным дорогам по границам «Лосиного острова» – Троицкой и Стромынской (современные Ярославское и Щелковское шоссе). В XVIII в. центральная и западная часть современного национального парка (Погонно-Лосиный Остров) окончательно перешла в государственное ведение. В пределах других землевладений локально сохранились большие массивы пахотных земель. В современном ландшафте пахотные угодья XVII-XVIII вв. предстают в виде серии полян.

Про характер пользования лесом на тот период известно мало; скорее всего, выбирался сухостой и валеж на дрова, имелись небольшие участки «покосов в Острове» на местах бывших поселений. Имело место «избирательное пользование» некоторыми древесными породами: предполагается, что липа в течение многих веков не имела широкого распространение в «Лосином острове» из-за ее использования на лыко, мочало и поделочную древесину. Местами производилась пастьба скота в лесу, локально вдоль дорог имели место вытаптывание и занос сорных видов растений.

В целом же за два столетия оказалось возможным восстановление лесной растительности на значительно преобразованной территории, причем к концу этого срока в составе лесов преобладали формации коренной породы – ельники.

4. *Лесохозяйственный период (XIX – середина XX вв.)*. С

образованием Лесного департамента (1798 г.) в России начинается эпоха ведения упорядоченного («правильного») лесного хозяйства.

В 1823-24 гг. в Лосиноостровской лесной даче были прорублены квартальные просеки, существующие до сих пор. Организуется система кордонов и усадеб лесников. С этого времени в практически неизменном виде сохранилась усадьба Лосиноостровского лесничества.

К XIX в. Лосиный Остров представлял собой лесной массив с явным преобладанием хвойных пород. Однако, способы и объемы выборочных рубок, употреблявшиеся в XIX в., привели к появлению больших площадей изреженных старых ельников, которые под действием природных факторов (ураганные ветра, вспышки численности короеда) распались окончательно, и на смену им пришли мелколиственные породы [5].

В восточной части массива (Гольяновская лесная дача) были обширные сплошные вырубки – лес требовался для быстро развивающихся ткацких мануфактур в соседней Балашихе. Результатом этих вырубок стала своеобразная эволюция восточной части дачи: на вырубках поселилась сосна, сосновые леса прошли через вересковую и брусничную стадии, и далеко не сразу под пологом сосны начала восстанавливаться ель.

С середины XIX в., в связи с ограниченным естественным возобновлением хвойных пород, в «Лосином острове» начинаются посадки сосны и ели, имеющие целью получить высококачественную промышленную древесину. Однако, попытки воссоздать хвойные насаждения в «Лосином острове», как правило, большого успеха не имели. Культуры требовали тщательного и регулярного ухода, который в большинстве случаев не проводился, и господство перешло к березе и липе [2]. В случае же успешного роста культур сформировались значительные по площади участки одновозрастных монодоминантных сообществ с упрощенной структурой и пониженной устойчивостью.

Определенную роль сыграло осушение центральной части лесного массива. Первые осушительные канавы появились в конце XIX в., в начале XX в. они были снова прочищены. Это привело к исчезновению или сокращению площади небольших переходных болот внутри лесного массива, уменьшению площадей, занятых осинниками.

В связи с прекращением вырубки молодых деревьев липы на

мочало, рогожи и проч. произошло быстрое восстановление этой породы в границах Лосиноостровской дачи. До начала XX в. здесь почти не было лесов с господством липы, но она всегда присутствовала в виде примеси к другим древесным породам. В настоящее время липняки занимают 12% от площади лесов национального парка [2], и эта доля с каждым десятилетием растет.

В Великую отечественную войну и первые послевоенные годы периферийная часть «Лосиного острова» была почти полностью вырублена. На месте вырубок практически сразу же создавались посадки – как стандартные лесные культуры, так и ландшафтные посадки. Именно благодаря посадкам в национальном парке сохраняются сосняки.

В итоге разные виды рубок, проводившиеся в разных лесорастительных условиях, посадка лесных культур с разной степенью успешности в сочетании с природными катаклизмами привели к формированию мозаичной структуры лесов, высокому разнообразию биотопов и, как следствие, видовому разнообразию флоры и фауны парка.

Отдельно следует рассматривать *освоение Яузской ложбины стока*. С середины XIX в. здесь началась добыча торфа. В течение века территория постепенно осушалась сверху вниз (пик осушения пришелся на 1940-е гг.), изымались большие массы торфа. Деятельность человека имела поистине геологический масштаб, т.к. в результате появились новые русла водотоков, новые водоемы, коренным образом был изменен водный режим территории. Итогом этой деятельности стало формирование своеобразного озерно-болотного ландшафта, разделенного рукотворным поднятиями – дамбами. В результате осушения болота начали зарастать березовым лесом, ниже торфоразработок формировались луга. Однако, после прекращения разработок, оплывания осушительной сети, а главное – образования искусственного подпора в основном русле р. Яузы, уровень воды стал снова подниматься, и в настоящее время имеет место формирование новой торфяной залежи примерно в тех же границах, которые показаны на карте 1860 г.

*5. Современное антропогенное воздействие.* С момента включения «Лосиного острова» в состав лесопаркового санитарно-защитного пояса здесь были прекращены рубки главного пользования, а с момента создания охраняемой природной территории – выпас скота. С ограничением хозяйственной деятельности под пологом

вторичных лесов происходит восстановление позиций коренных пород. В монодоминантных сообществах лесных культур со временем идет усложнение структуры.

С другой стороны, последние десятилетия характеризуются стремительным ростом Московской городской агломерации. За полвека население Москвы и ближайших пригородов выросло в 2,5 раза, площадь города увеличилась в 3 раза. Парк испытывает сильное влияние города, некоторые аспекты которого могут иметь необратимый характер. Некогда единый лесной массив был расчленен дорогами и коммуникациями. Местами вдоль линейных сооружений началось заболачивание, т.к. они перекрыли поверхностный и внутрипочвенный сток. Образовались искусственные подпоры на мелких водотоках, дренирующих территорию парка. Атмосферные выбросы города привели к повышению минерализации и эвтрофикации осадков, что сказалось на химизме природных вод парка и стало одной из причин, вызвавших преимущественное развитие видов широколиственных лесов. Отдельный блок проблем связан с рекреационным пользованием: уплотнение почв, загрязнение бытовым мусором, изменения в составе растительности и.т.д.

Таким образом, анализ изменений в ландшафтах национального парка показывает, что сокращение площади лесов, смена пород и даже нарушения гидрологического режима при ослаблении хозяйственной активности могут быть за 2-3 столетия скомпенсированы природными процессами. Современное же изменение химизма биологического круговорота может стать необратимым и направить развитие природных сообществ парка в сторону от восстановления условно коренных сообществ даже при достаточно строгой охране территории.

### *Библиографический список*

1. *Восточно-Европейские* леса: история в голоцене и современность. В 2 кн. ЦЭПЛ РАН. М.: Наука. 2004.

2. *История* и состояние лесов Лосиного Острова. М.: Прима-Пресс-М. 2000. 104 с.

3. *Корбут В.В., Маралов Е.А.* История заселения национального парка «Лосиный остров» и современное размещение воробьиных птиц // Состояние природных комплексов на особо охраняемых природных территориях. Пушкино. 2008. С. 192-198.

4. *Курнаев С.Ф.* Основные типы леса средней части Русский равнины. 1968. М.: Наука. 354 с.

5. *Проскуряков С.Ф.* 100 лет Лосиноостровской лесной дачи. М.-Л. Гослесбумиздат. 1950. 92 с.

6. *Рысин Л.П., Савельева Л.И.* Кадастры типов лесных биогеоценозов. 2007. М.: Т-во научных изданий КМК. 143 с.

7. *Чернов С.З.* Домен московских князей в городских станах, 1271–1505 годы // Культура средневековой Москвы: исторические ландшафты. Т. 2. М.: Наука. 2005. 652 с.

## THE EFFECT OF PAST ECONOMICAL ACTIVITY ON MODERN LANDSCAPES OF NATIONAL PARK LOSINY OSTROV

V.V. Kiseleva

National Park Losiny Ostrov, Poperechnyi Prosek 1g, Moscow, 107113, Russia; e-mail: vvkisel@mail.ru

The history of land development on the territory of modern National Park Losiny Ostrov is analysed. The consequences of economical activity in different periods for natural complexes and its traces in modern landscapes are examined. The changes in landscapes before the period of urbanisation are shown to be reversible. A contemporary level of urban affect alters element cycles so significantly that this can prevent the rehabilitation of indigenous forests even on especially protected areas.

Key words: economical activity, forest, national parks.

УДК 502.747/.748

# ВЛИЯНИЕ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА СООБЩЕСТВА ПТИЦ (На примере Вишерского, Комсомольского и Норского заповедников)

В.А. Колбин
Заповедник Вишерский, ул. Гагарина 36–Б, г. Красновишерск Пермского края, 618590. E-mail: kgularis@mail.ru

В статье проводится сравнительный анализ результатов многолетних (1985 – 2010 гг.) наблюдений за состоянием сообществ птиц в лесах Северного Урала и юга Дальнего Востока России, подвергавшихся регулярному или периодическому воздействию лесных пожаров. Дается краткая характеристика частоты, характера протекания и экологических последствий лесных пожаров в Приамурье и на Северном Урале и влияние этого фактора на население птиц обширных территорий на примере сообществ птиц Норского, Комсомольского (Дальний Восток) и Вишерского (Северный Урал) заповедников.

Ключевые слова: птицы, лесные пожары, Северный Урал, Дальний Восток, Вишерский заповедник, Норский заповедник, Комсомольский заповедник.

Пожар является одним из важнейших факторов в истории лесов для многих регионов земного шара. Нередко в местах, где пожары происходят с периодичностью от 2 до 20 лет (Спурр, Барнес, 1984), формируются пожарозависимые сообщества. На Северном Урале пожары в условиях дождливого климата происходят редко. В Северном Приамурье интенсивность и частота лесных пожаров за последние 50 лет существенно выросла. В результате воздействия пожаров изменяется видовой состав природных сообществ и их структура. При этом в первую очередь страдают сообщества темнохвойно-лиственных лесов. На Северном Урале на гари образуется вторичный мелколиственный лес, где в ходе вторичной сукцессии, при условии отсутствия новых возгораний постепенно восстанавливается прежнее сообщество темнохвойного леса. В Северном Приамурье темнохвойные леса исчезают, или сохраняются только в маленьких рефугиумах – на речных косах, островах. Повсеместно в Приамурье увеличивается площадь вторичных лесов, которые периодически подвергаются воздействию пожаров и поэтому не достигают стадии климакса. Все большее распространение получают пирогенные сообщества с преобладанием кустарниковой растительности, где пожар является фактором, поддерживающим

© В.А. Колбин, 2010

существующую структуру (Одум, 1975; Риклефс, 1979; Спурр, Барнес, 1984). В отечественной литературе преобладает негативная оценка воздействия лесных пожаров (Куренцов, 1967; Воронов, 1990), и с ней нельзя не согласиться. Но, с другой стороны очевидно, что точка зрения о необходимости предотвращения пожаров и их быстрой ликвидации в случае возникновения, на практике не реализуема. В условиях ежегодных засушливых периодов и увеличившегося антропогенного воздействия вторичные леса и пожарозависимые экосистемы занимают все бо́льшие площади и требуют изучения.

Цель нашей работы – рассмотреть изменение населения птиц в процессе замены коренных темнохвойно-лиственных лесов вторичными лесами.

Материал и методика. Исследования осуществлялись на территории Вишерского, Комсомольского и Норского заповедников, расположенных на Северном Урале и в Северном Приамурье.

Заповедник Вишерский (площадь 241200 га) расположен на северо-востоке Пермского края. Он включает в себя верхнюю часть бассейна р. Вишеры.

Комсомольский заповедник (площадь 64398,4 га) находится в районе устья р. Горин – левого притока р. Амур, в 40 км ниже г. Комсомольска-на-Амуре Хабаровского края.

Норской заповедник (площадь 211168 га) расположен в междуречье рек Нора и Селемджа на северо-востоке Амурской области.

В заповеднике Вишерский площадь пройденных пожарами лесов составляет менее 1% территории. Территория Комсомольского заповедника на момент завершения наблюдений в 1994 г. была пройдена пожарами на 2/3, территория Норского заповедника многократно пройдена огнем более чем на 95 %.

В заповеднике Вишерском исследования проводились с 1994 по 2010 гг., в Комсомольском заповеднике – с 1984 по 1994 гг., в Норском заповеднике – с 2000 по 2010 годы.

Для сбора данных по численности птиц проводились маршрутные учеты (Наумов, 1965). Плотность населения птиц рассчитывалась в парах/км$^2$. Для каждого вида полоса учета определялась индивидуально по максимальной дальности обнаружения. Нетерриториальные виды – чижи, дубоносы, кедровки, клесты – объединялись в пары условно.

Результаты исследований. На территории заповедника Вишерский преобладают темнохвойные леса. Одну треть Комсомольского заповедника занимают кедрово-широколиственные и елово-кедровые леса. В Норском заповеднике площадь лесов с участием темнохвойных деревьев крайне незначительна. Темнохвойные леса здесь сохранились на речных косах, островах, на отдельных участках речных пойм.

В темнохвойных лесах заповедника Вишерский было отмечено 47 видов птиц. Плотность населения птиц (по предварительным данным) составила 184 пары/км$^2$. Доминировали юрок и таловка – плотность этих видов в гнездовое время может превышать 20 пар/км$^2$. В группе видов с плотностью свыше 10 пар/км$^2$ представлены зеленая пеночка, зяблик, рябчик, клесты, гаички. В этом сообществе обычными видами являются синехвостка, пеночка-теньковка, зарянка, желна, овсянка-ремез.

Березово-еловые леса встречаются в заповеднике по правому берегу реки Лыпьи. Такие леса произрастают в заповеднике только здесь и по всей видимости, находятся на завершающей стадии вторичной сукцессии. Плотность населения птиц по результатам учётов 1999 г. составила 191 пар/км$^2$. Доминировал юрок (33 пар/км$^2$), далее следуют пеночка-таловка (20 пар/км$^2$) и зяблик (16 пар/км$^2$). В десятке самых массовых видов присутствовали пеночка-весничка (10 пар/км$^2$), зарянка (8 пар/км$^2$).

Учёт в мелколиственном лесу проводился в 1995 г. спустя 2 года после пожара, уничтожившего темнохвойный лес. Плотность птиц составила 38 пар/км$^2$. Абсолютным доминантом являлась пеночка-весничка – 25 пар/км$^2$, присутствовал пятнистый конёк, обычный вид пирогенных сообществ Приамурья.

За время исследований в темнохвойно-лиственных лесах Комсомольского заповедника было отмечено 49 видов птиц. Плотность населения составила 175 пар/км$^2$. Доминируют в этом сообществе синий соловей и ширококлювая мухоловка. Здесь представлен ряд видов, формирующих характерный облик населения птиц темнохвойного леса, которые в других формациях отмечались только эпизодически или не регистрировались совсем. Это бледноногая пеночка, таежная мухоловка, таежная овсянка, соловей-свистун, королек, короткохвостка, кукша.

Вторичные лиственнично-березовые леса произрастают по всей территории Приамурья. Для этих сообществ характерна мозаичность

растительности, формирующаяся под воздействием пожаров, которые очень редко проходят сплошным фронтом. Такая мозаичность нередко приводит к увеличению разнообразия видов. Так, большинство встреч синего соловья, корольковой пеночки обычно регистрировалось возле единичных уцелевших после пожаров темнохвойных деревьев.

В Комсомольском заповеднике плотность населения птиц в этом сообществе составила 99 пар/км$^2$. Было выявлено 42 вида. Следует отметить, что в районе проведения учетов со времени последнего пожара прошло порядка 10 лет.

Доминировала в этом сообществе московка, что характерно только для района устья р. Горин. На западе Приамурья значимость этой птицы темнохвойной тайги во вторичных лесах снижается. Седоголовая овсянка была на втором месте по обилию, но в целом ряде мест этот вид являлся самым многочисленным.

В Норском заповеднике население птиц темнохвойно-лиственного леса существенно отличается от такового в Комсомольском заповеднике. Это объясняется, прежде всего, незначительной площадью таких лесов, высочайшей их привлекательностью для большого количества видов вследствие того, что они не пройдены пожарами, имеют сложную структуру и высокую мозаичность.

Плотность населения птиц на участках темнохвойно-лиственного леса оказалась самой высокой в исследуемом регионе – 212 пар/км$^2$. Здесь было выявлено 53 вида птиц. Доминируют длиннохвостая синица, чиж и ширококлювая мухоловка. Остальные виды, характерные для темнохвойно-лиственных лесов Комсомольского заповедника, присутствуют и здесь. Это синий соловей, соловей-свистун, бледноногая пеночка, таежная мухоловка, уссурийский снегирь, королек, синехвостка.

Плотность населения птиц вторичных лиственнично-березовых лесов Норского заповедника составила 99 пар/км$^2$. Некоторые участки были пройдены пожарами за 1–2 года до проведения учетов. Здесь, так же как и в темнохвойно-лиственных лесах, было выявлено 53 вида птиц. Доминировали седоголовая овсянка и пеночка-зарничка. Состав видов, по сравнению с востоком Приамурья, меняется незначительно – возрастает значимость сибирских видов: так бледного дрозда заменяет оливковый, появляется юрок, малая мухоловка и малая пестрогрудка.

Во вторичных сообществах на территории Норского заповедника проводилось картирование птиц вокруг двух пойменных

озер (Длинное и Лебяжье). Здесь леса испытывали многократное воздействие пожаров за 1–3 года до наблюдений. Плотность населения на оз. Длинное составила в 2003 г. 45 пар/км$^2$, в 2004 г. – 46. В 2003 и 2004 гг. здесь доминировала седоголовая овсянка (ее плотность в эти годы составила 11 пар/км$^2$), состав других видов изменялся весьма существенно.

В лесу вокруг оз. Лебяжье плотность населения птиц в начале июня 2003 г. составила 28 пар/км$^2$. В начале июня 2006 г., спустя неделю после пожара, плотность птиц на маршруте протяженностью 2 км в этом районе составила 36 пар/км$^2$.

Разреженные лиственничные леса с мощным кустарничковым ярусом из багульников, занимают значительные площади в Комсомольском заповеднике и достаточно часто встречаются в Норском заповеднике. Такая формация образуется в результате многократного воздействия пожаров и, по всей видимости, в существующих условиях находится в стадии климакса. Это бедное, пожароустойчивое сообщество – плотность населения птиц составила здесь 51 пар/км$^2$. За время учетов было отмечено 32 вида.

Необходимо отметить, что как в речных поймах, так и за их пределами имеются участки, где погибли даже сравнительно пожароустойчивые лиственница и береза. Плотность населения птиц в таких «мертвых лесах» была, как правило, ниже 40 пар на 1 кв. км. Нередко, особенно на большом удалении от рек, встречались участки, где на 1 км маршрута обнаруживались всего 1–2 птицы. Такие же «мертвые зоны» были выявлены и на территории Комсомольского заповедника – в его северо-восточной части. В таких местах, в гористой части Комсомольского заповедника, обычно обитали белошапочные овсянки и пятнистые коньки.

Повторяющиеся пожары способствуют развитию кустарниковой растительности (Спурр, Барнес, 1984). Для Приамурья это рододендрон, два вида багульников, голубика, различные виды таволг, шиповников, рябинолистник и др. Кустарники, становясь доминантами после сильных или многократных пожаров, затем уже не позволяют восстанавливаться лесу. Около трети территории Норского заповедника занимает именно такой тип растительности. Плотность населения птиц здесь в пределах поймы, как правило, не превышает 50 пар на 1 кв. км, а по мере удаления от реки существенно снижается. Нередко в кустарниковых зарослях вне поймы отмечается только один вид – бурая пеночка.

Обсуждение. Первичными сообществами изучаемых регионов являются темнохвойно-лиственные, темнохвойно-широколиственные леса. После пожаров данные сообщества заменяются вторичными мелколиственными или лиственнично-березовыми лесами. При этом снижается плотность населения птиц со 150–240 пар на 1 кв. км до 40–100 пар на 1 кв. км, изменяется состав доминирующих видов. Ряд видов теряется полностью. Для восстановления подобного сообщества необходимо 225–375 лет без пожаров (Спурр, Барнес, 1984), что возможно в условиях Северного Урала и маловероятно в Северном Приамурье.

В процессе смены сообществ в населении птиц появляются виды лиственных и лиственничных лесов: это седоголовая и рыжая овсянки, пеночка-весничка, пятнистый конек, бурая и ширококлювая пеночки, соловей-красношейка. В целом, приток новых видов во вторичных сообществах не равнозначен потере видов.

На территории Норского заповедника, где процесс замены темнохвойно-лиственных лесов пирогенными сообществами уже близок к завершению, многие виды, характерные только для темнохвойных лесов, отмечались в пойменных лесах любого типа. Это соловей-свистун, синий соловей, бледноногая пеночка, пестрый и сибирский дрозды. Но при этом птицы проявляли однозначную биотопическую привязанность к единичным темнохвойным деревьям, если таковые имелись. Трехпалый дятел также становится в Нора-Селемджинском междуречье обычным видом пожароустойчивых лиственничников. Обитание данных видов во вторичных смешанных лесах является результатом их адаптации к изменившимся условиям и не меняет общей тенденции значительного снижения плотности населения. Особенно подчеркивает этот процесс концентрация птиц в уцелевших рефугиумах темнохвойной тайги.

В заключение необходимо отметить, что под влиянием пожаров нередко формируется мозаичная среда обитания, с высоким биологическим разнообразием. В пойменных комплексах Норского заповедника пестрота местообитаний проявляется особенно наглядно, и здесь было выявлено большее количество видов, чем в пойменных лесах Комсомольского заповедника, не испытывавших на себе за время исследований воздействие пожаров – 70 против 58. Точно также, в более «мозаичных» темнохвойно-лиственных лесах Норского заповедника было выявлено 53 вида, а Комсомольского – 49, при этом протяженность маршрутов в Комсомольском заповеднике была

больше. В заповеднике Вишерский в более мозаичных елово-березовых лесах в пойме р. Лыпьи видовое богатство было выше чем в первичных долинных ельниках – 52 вида против 47.

### *Библиографический список*


1. *Воронов Б.А.* Особенности антропогенного преобразования населения птиц в зоне восточного участка БАМ // Экология и распространение птиц юга Дальнего Востока. Владивосток, 1990. С. 59–65.
2. *Куренцов А.И.* Разрушительные последствия лесных пожаров // Охрана, рациональное использование и воспроизводство естественных ресурсов Приамурья. Хабаровск,
3. *Наумов Р.Л.* Методика абсолютного учета птиц в гнездовой период на маршрутах // Зоол. журнал. 1965. № 1. С. 81–92.
4. *Одум Ю*. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 742 с.
5. *Риклефс Р*. Основы общей экологии. М.: Мир, 1979. 424 с.
6. *Спурр С. Г., Барнес Б. В.* Лесная экология. М.: Лесная пром-сть, 1984. 480 с.


## INFLUENCE OF FOREST FIRES ON COMMUNITIES OF BIRDS (On an example of Vishera, Komsomol and Norsky reserves)


Kolbin V.A.



The article presents a comparative analysis of long-term (1985 - 2010 he.) Observations of bird communities in forests of the northern Urals and the southern Far East of Russia, subjected to routine or periodic effects of forest fires. We give a brief description of the frequency, nature of occurrence and ecological effects of forest fires in the Amur region and the northern Urals and its impact on populations of birds of large areas on the example of bird communities Norsky, Komsomolsk (Far East) and Visherskii (Northern Urals) Reserves.



Keywords: Aves, forest fires, Northern Urals Mountains, the Far East, Visherskiy strict natural reserve, Norsky strict natural reserve, Komsomolskiy strict natural reserve.

УДК 634.948:581.5

# МИГРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭЛЕМЕНТОВ РЕЛЬЕФА

И.С. Коняев, И.В. Прокопенко, М.Г. Сулиманкина
Ульяновский государственный педагогический университет,
432700, г. Ульяновск, пл. 100-летия со дня рождения В.И. Ленина, 4,
e-mail: igrisk@yandex.ru

Исследовали распределение тяжелых металлов по различным участкам рельефа берегов Куйбышевского водохранилища в г. Ульяновске (волжского косогора правобережья и долины левобережья). Определяли валовые и подвижные формы микроэлементов, показатели абсолютного и относительного накопления ТМ в гумусовом горизонте почвенного покрова в пробах, взятых на разной высоте относительно уровня водохранилища. Анализировали различия в соотношении валовых и подвижных форм изучаемых элементов. Обнаружено накопление в низинах правобережного склона всех ТМ, преимущественно подвижных форм Cd. В почвах более низкого пологого левобережного склона наблюдается слабая суммарная аккумуляция ТМ.

Ключевые слова: аккумуляция тяжелых металлов; валовые формы; подвижные формы; показатель относительного накопления; рельеф.

Рельеф – это один из ведущих факторов миграции и аккумуляции тяжелых металлов (ТМ) как в естественных, так и в техногенных ландшафтах. Классическим примером являются городские территории, для которых характерно полиметаллическое загрязнение природных компонентов и, прежде всего, почвенного покрова. Для крупного промышленного центра, каковым является г. Ульяновск, проблема техногенного загрязнения среды тяжелыми металлами представляется достаточно острой, а сложный рельеф местности накладывает свой отпечаток на характер распределения загрязняющих элементов, формирование экологически неблагополучных или, напротив, относительно чистых зон. Город расположен на холмистой равнине, на высоте 80-160 м над уровнем моря по обоим берегам Куйбышевского водохранилища. Поперечный профиль местности резко асимметричный: высокий крутой правобережный склон и пологий протяженный склон левого берега, представляющий ряд надпойменных террас. Перепады высот в черте города до 60 м. На протяжении правого берега располагаются садово-дачные участки, частный жилой сектор, а также парковые зоны.

© И.С. Коняев, И.В. Прокопенко, М.Г. Сулиманкина, 2010

Очевидно, в условиях выраженного рельефа сток талых и ливневых вод в городской черте будет обусловливать состояние почвенного покрова, гумуса, перераспределение и аккумуляцию тяжелых металлов.

Целью нашей работы являлась количественная оценка содержания тяжелых металлов на различных участках рельефа правобережья и левобережья г. Ульяновска. В задачи исследований входило определение валовых и подвижных форм ТМ в гумусовом горизонте почвенного покрова, анализ особенностей распределения ТМ по элементам рельефа на разной высоте относительно уровня водохранилища.

Для изучения распределения ТМ в почвенном покрове береговых склонов было заложено 5 почвенных разрезов: на правобережном склоне на высотах 139 м (***П1***), 70 м (***П2***), 5 м (***П3***); на левом берегу на уровне водохранилища 0 м (***Л4***) и на высоте 25 м (***Л5***). Отбор почвенных образцов горизонта *А* и подготовку образцов почвы для определения валового содержания ТМ проводили по общепринятым методикам [2]. Кислотность почв определяли с использованием иономера ЭВ-74. Содержание гумуса определяли по методу Тюрина [5]. Определение ТМ проводили методом атомно-абсорбционной спектроскопии с пламенной атомизацией на атомно-абсорбционном спектрофотометре С-115-М1. Подвижные формы соединений элементов определяли с использованием ацетатно-аммонийного буферного раствора (ААБ) с pH=4,8. Данный экстрагент позволяет извлекать доступные растениям микроэлементы, что позволяет достаточно корректно оценивать содержание ТМ в исследуемых почвах.

Исследования показали, что валовое содержание Cd, Cu, Cr, Ni, Pb, Zn в почвенных пробах, взятых с самой высокой части Волжского косогора, практически не отличаются от фонового по всему Правобережью Ульяновской области [3].

По мере продвижения от высшего почвенного разреза правобережного крутого склона (***П1***) к его подножию (***П3***), происходит заметное увеличение валового содержания ТМ в почве (рис. 1).

В большей степени это характерно для кадмия, в меньшей – для свинца. Так, на линии ***П3*** отмечено увеличение количества Cd на 72,7%, Cu – на 22,7%, Cr – на 26,8%, Ni – на 36,3%, Pb – на 21,4%, Zn – на 36,9%. В пологом левобережном склоне (от холмистой местности

***Л5*** до низины ***Л4***) возрастание валового количества ТМ в низинах менее выражено: содержание Cu увеличилось на 8,4%, Ni – на 10,2%, Pb – на 7,8%; содержание Cd, Cr, Zn остается на одном уровне (в пределах статистической погрешности).

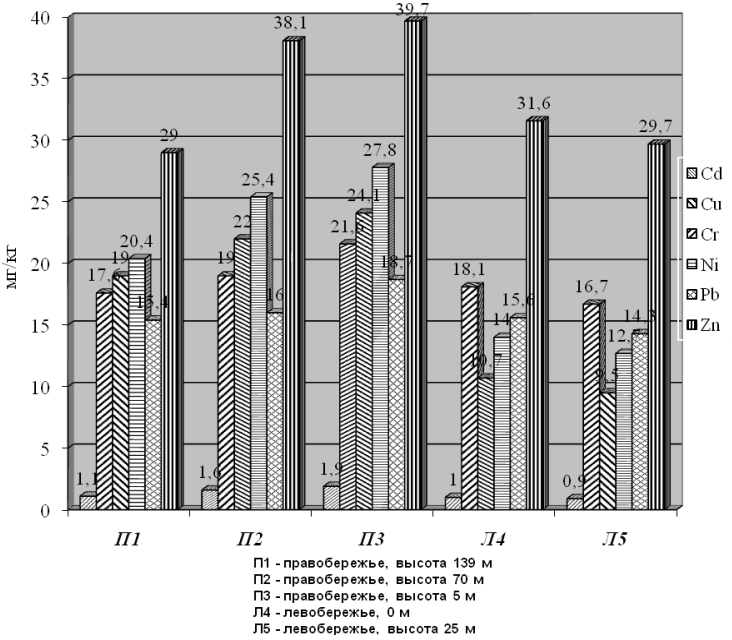



**Рис. 1. Валовое содержание тяжелых металлов в почве**

Анализ потенциальной подвижности элементов в ААБ, оцениваемой в процентах от валового содержания, показал, что в низине (***П3***) количество подвижного Cd составляет 72,5%, подвижного Pb – 15%. Средний уровень подвижности выявлен для цинка (24,6%), меди (24,2%), никеля (27,9%). Как известно, накопление тяжелых металлов в почве обусловлено в значительной мере сорбцией гумусовым веществом [1]. Нами было изучено распределение гумуса по рельефу правобережного косогора и левобережного склона. Обнаружено преобладание гумуса в самых нижних точках

исследуемой местности по сравнению с верхним уровнем склонов (рис. 2).

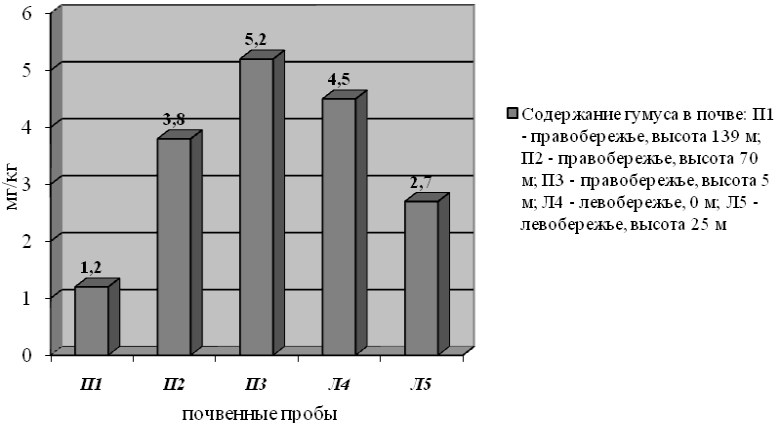



**Рис. 2. Содержание гумуса в почвенных образцах**

По-видимому, кадмий в большей степени подвержен вымыванию, не аккумулируется гумусом, что характерно для кислых почв (pH почвы исследуемой местности варьирует в пределах 5,6–6,0), и распределяется преимущественно в низинных участках рельефа [6]. Соединения свинца малоподвижны и, вероятно, аккумулируются органическим веществом гумуса [4]. Для оценки аккумуляции ТМ рассчитаны показатели относительного накопления (ПОН) (табл. 1).

Таблица 1.

**Показатели относительного накопления тяжелых металлов в почвенных образцах левобережья и правобережья (наивысшие точки отбора проб, *П1* и *Л5* приняты за фон)**

| *Почвенные пробы* | *Cd* | *Cu* | *Cr* | *Ni* | *Pb* | *Zn* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***П2*** (правобережье 70 м*)* | 0,45 | 0,08 | 0,15 | 0,24 | 0,04 | 0,31 |
| ***П3*** (правобережье 5 м) | 0,73 | 0,23 | 0,27 | 0,36 | 0,21 | 0,37 |
| ***Л4*** (левобережье 0 м) | 0,11 | 0,08 | 0,13 | 0,10 | 0,09 | 0,06 |

На основании ПОН были составлены ряды накопления ТМ для низинных участков рельефа близ береговой линии в черте г. Ульяновска:

для правобережья: Cd > Zn >Ni > Cr > Cu > Pb

для левобережья: Cr > Cd > Ni > Pb > Cu > Zn

Таким образом, в правобережной части городской черты Ульяновска происходит миграция соединений тяжелых металлов по Волжскому косогору в направлении береговой линии водохранилища. По всей видимости, причиной этого является поверхностный сток талых и ливневых вод, который определяет формирование гумусового слоя береговых склонов и обусловливает накопление загрязняющих элементов в почвах низин. Валовое содержание тяжелых металлов в почве зависит от протяженности и крутизны склонов. В левобережной части города на пологих склонах процессы перераспределения тяжелых металлов протекают слабее, чем на крутом высоком правобережном Волжском косогоре. В нижней части косогора наблюдается накопление всех ТМ, что способствует их аккумуляции растениями. Особенно заметно увеличение валового содержания кадмия и его подвижных форм. Наименьшей подвижностью по сравнению с остальными элементами обладает свинец. Значительная часть Волжского косогора используется населением города. Постоянное накопление загрязняющих элементов на данной территории может представлять угрозу экологической обстановке.

***Библиографический список***

1. *Алексеенко В.А., Алексеенко Л.П.* Геохимические барьеры. – М.: Логос, 2003. – 144 с.

2. *Алексеенко В.А., Суворинов А.В., Головинский П.Л., Санникова А.Б., Череп Е.И.* Эколого-геохимические исследования. – Краснодар: Изд-во КубГТУ, 2003. – 170 с.

3. *Васин Д.В.* Геоэкологические особенности распределения тяжелых металлов в почвенном покрове Ульяновской области: Автореф. дис. канд. геогр. наук. – Москва, 2007. – 24 с.

4. *Покровская С.Ф.* О связывании свинца в почве и переходе его в подвижное состояние. – М.: Наука, 1987. – 181 с.

5. *Практикум* по агрохимии / под ред. В.Г.Минеева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.

6. *Фелленберг Г.* Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию. – М.: Мир, 1997. – 232 с.

MIGRATION OF HEAVY METALS ACCORDING TO THE ELEMENTS OF RELIEF

I.S. Konyaev, I.V. Prokopenko, M.G. Sulimankina
Ulyanovsk State Pedagogical University, 432700, Ulyanovsk, Lenin`s 100 Anniversary Sguare, e-mail: igrisk@yandex.ru

They explored the distribution of heavy metals according to the different part of heavy metals according to the different parts of the opposite banks of the Kuibyshev Sea in Ulyanovsk (Volga`s hill-side on the right bank and the valley of the left- bank).They defined gross and mobile forms microelements, indices of absolute and relative accumulation of heavy metals in humus horizon of top- soil in test, taken in different heights above sea level. They analysed the difference in correlation of gross and mobile forms of the studied elements. The accumulation of all heavy metals in low places of the right bank hill-side was discovered, mainly mobile forms of Cd. In the soils of lower gentle slope of the left bank one can see a weak summary of accumulation of heavy metals.

Key-words: accumulation of heavy metals, gross forms, mobile forms, index of relative accumulation, relief.

УДК 631.46: 631.619: [631.445.53]

# ТРАНСФОРМАЦИЯ МИКРОБНОГО СООБЩЕСТВА СОЛОНЦОВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ДЕЙСТВИИ ГИПСА И ФИТОМЕЛИОРАТИВНЫХ СЕВООБОРОТОВ

Л.Н. Коробова, А.Д. Карпова
Новосибирский государственный аграрный университет, 630039, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, д. 160, e-mail: lnkorobova@mail.ru

Показано, что фитомелиоративные севообороты и внесение гипса в длительном последействии улучшают биологические свойства солонцов. Возрастает доля агрономически полезных микроорганизмов, улучшается аэрация, активнее идет гумусообразование.

Ключевые слова: почвенные микроорганизмы, солонцы, гипс, фитомелиорация, последействие.

Солонцы и комплексы почв с их участием в Западной Сибири занимают более 5 млн. га, а в районах Барабинской низменности, где выполнялась данная работа, составляют от 58 до 73% площади сельхозугодий. Вовлечение солонцов в сельскохозяйственный оборот происходило в 80-е годы XX века и сопровождалось проведением

© Л.Н. Коробова, А.Д. Карпова, 2010

химической мелиорации или закладкой кормовых фитомелиоративных севооборотов. Тогда же для изучения влияния мелиоративных мероприятий на снижение солонцеватости почвы и продуктивность культур в Сибирском отделении Россельхозакадемии были заложены стационарные опыты, где исследования проводятся по настоящее время. Установлено, что через 22-25 лет после однократного внесения гипса и осуществления кормовых севооборотов физические и химические свойства солонцов существенно изменились [1, 2]. При этом биологические свойства солонцов остались не изученными, хотя такие данные позволяют оценивать проведенные мероприятия с системной экологической позиции.

Цель данной работы – изучить влияние длительной фитомелиорации и разового внесения гипса 25 лет назад на микрофлору корковых, мелких и средних солонцов. Микрофлора является хорошим индикатором изменений в среде. Она участвует в круговороте биогенных элементов, в процессах почвообразования и поддержания плодородия, поэтому с помощью структуры и численности микробного сообщества можно судить о направленности постмелиоративных изменений в почве.

На стационаре химической мелиорации нами изучены солонцы корковые гидроморфные черноземно-луговые высоко-солончаковатые сульфатно-содового типа засоления, с различным содержанием натрия в иллювиальном горизонте В (много- и малонатриевые). В настоящее время на них идет процесс самозарастания. Варианты: 1) солонец малонатриевый (контроль), 2) солонец малонатриевый + 18 т гипса /га, 3) солонец многонатриевый (контроль), 4) солонец многонатриевый + 45 т гипса /га. Кроме этого, в качестве эталона исследована зональная лугово-черноземная почва.

Фитомелиоративный эффект изучали на мелких и средних средненатриевых солонцах содово-сульфатного типа засоления, тяжёлого механического состава. На мелком солонце изучены целина и вариант просо+многолетние травы в 6-польном севообороте (просо, просо+многолетние травы, 4 года многолетние травы). На среднем солонце изучены целина и вариант донник 2-го года жизни в севообороте: донник, донник 2-го года жизни, овес, донник, донник 2-го года жизни+ многолетние травы, многолетние травы. Эталон – зональная почва – выщелоченный чернозем.

Образцы почвы отбирались в июле–августе 2008 и 2009 гг. в слоях 0-20 см и 20-40 см. В них учитывали обилие микроорганизмов

круговорота азота, углерода и серы на плотных и жидких питательных средах и биологическую активность почвы по инициированной уреазной и протеолитической активности [3, 4]. Исследования проводили 2 года в нативной почве и в модельном опыте в контролируемых условиях влажности (60% ПВ) и температуры (20-22 ºС).

Выявлено, что внесение гипса в корковые солонцы в последействии (через 25 лет после мелиорации) повлияло на их биологическую активность и обилие микроорганизмов. Для показателей биологической активности постмелиоративный эффект гипсования зависел от дозы мелиоранта. Внесение 18 т гипса/ га существенно не изменило общую биологическую и протеолитическую активность солонца, а более высокая доза мелиоранта, 45 т гипса/ га, их усилила (рис. 1). Интенсивность разжижения желатины в верхнем слое мелиорированного многонатриевого солонца при этом возросла до 7,5 раз.

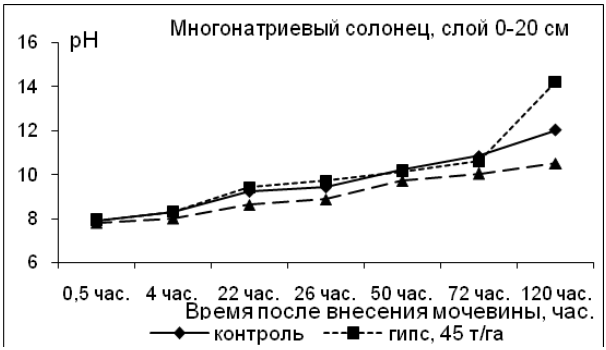



**Рис. 1 Общая биологическая активность мелиорированного многонатриевого солонца через 25 лет после гипсования** (по инициированной уреазной активности)

Для показателей обилия микроорганизмов эффект последействия гипсования проявился у участников круговорота азота. В мелиорированных вариантах по сравнению с контролем в 2-3 раза увеличилась численность аммонификаторов (разлагающих легкогидролизуемые органические остатки) и снизилось число денитрификаторов, приводящих к потерям из почвы газообразного азота. В многонатриевом солонце снижение произошло в 35 раз, в малонатриевом – в 1,7 раза.

Судя по соотношению эколого-трофических групп, в микробном сообществе мелиорированных солонцов в последействии наметились и структурные изменения. В почве в 1,4-1,6 раза снизилась доля олигонитрофильных организмов (растущих на средах с недостатком азота) и возросла роль бактерий, предпочитающих богатые питательные субстраты. Это позволяет предположить, что в химически мелиорированных корковых солонцах содержание доступного для растений азота достаточно высоко, что способствует накоплению фитомассы.

Также в результате гипсования и создания лучших условий для жизнедеятельности микроорганизмов в мелиорированных солонцах изменилась направленность процессов микробиологической трансформации органического вещества, о которой судили по коэффициенту трансформации $П_м$ = (МПА+КАА) х (МПА/КАА), предложенному В.Д. Мухой [5]. Эти процессы сдвинулись в сторону синтеза органического вещества. В слое 0-20 см промелиорированных солонцов растительные остатки стали в 1,8-2,3 раза быстрее трансформироваться в органическое вещество почвы, чем в исходном корковом солонце.

В целом химическая мелиорация корковых солонцов привела к улучшению их биологических свойств.

Что касается влияния фитомелиоративных севооборотов на микробиологические процессы в мелком и среднем солонцах, то длительный посев засухо-соле-солонцеустойчивых однолетних и многолетних кормовых трав, по сути, привел к таким же изменениям в микрофлоре, как и химический мелиорант. Через 22 года после закладки кормового севооборота в верхнем слое мелкого солонца отмечено обильное развитие аммонификаторов (табл. 1) и существенное сокращение олигонитрофилов и денитрификаторов. В нижнем слое засеянного травами мелкого солонца значимых изменений в численности этих групп микроорганизмов не произошло.

Таблица 1.

**Последействие фитомелиорации мелкого солонца для обилия микроорганизмов**

| Эколого-трофические группы | Целина | Севооборот с просом и кострецом безостым |
|---|---|---|
| Аммонификаторы, КОЕ, млн/г сух. почвы | 281,3 | 404,2* |
| Олигонитрофилы, КОЕ, млн/г сух. почвы | 421,1 | 296,4* |
| Денитрификаторы, млн/г почвы | 15,0 | 4,4* |
| Восстановители сульфатов до серы, балл | 1,0 | 0,6* |

* $P_{0,05}$ по сравнению с целиной

На среднем солонце под влиянием кормового севооборота с донником и многолетними травами до 762,4 млн. КОЕ/ г сух. почвы против 414,0 на целине возросла численность бактерий, усваивающих минеральный азот, что свидетельствует об активной минерализации растительных остатков, и снизились микробиологические потери газообразного азота.

Кроме этого, фитомелиоративное влияние проса, донника и многолетних трав проявилось в улучшении аэрации изученных солонцов, так как в обоих слоях почвы стало больше железоокисляющих бактерий и существенно уменьшилось содержание анаэробов: восстановителей сульфатов до серы, серы до сероводорода (до 250 раз) и денитрификаторов. Под влиянием фитомелиорантов повысилась и роль микробного сообщества в гумусообразовании (рис. 2).

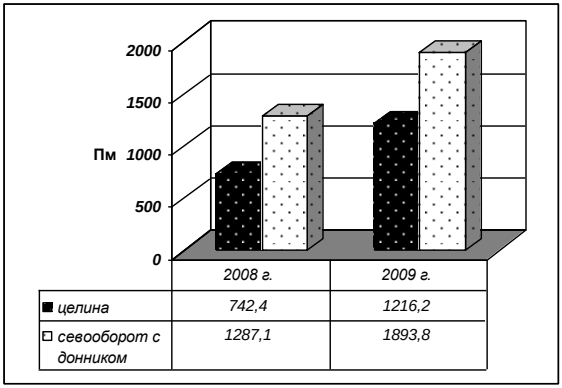



**Рис. 2 Направленность трансформации растительных остатков в органическое вещество почвы в кормовом севообороте с донником** (средний солонец, слой 0-20 см)

## Выводы

1. Гипсование малонатриевого и многонатриевого корковых солонцов в длительном последействии изменило структуру микробного сообщества почвы в сторону преобладания микрофлоры, осуществляющей деструкцию легкоразлагаемых растительных остатков. В промелиорированной гипсом почве возросла численность аммонификаторов и уменьшилась денитрификаторов. Внесение более высокой дозы гипса обусловило и более значимые изменения биологических свойств химически мелиорированных солонцов.

2. Многолетняя фитомелиорация мелкого солонца просом и многолетними травами и среднего солонца донником с кострецом безостым трансформировала микробное сообщество верхнего слоя почвы примерно в том же направлении, что и химический мелиорант: ограничила развитие денитрификаторов, олигонитрофилов и восстановителей в круговороте серы. В результате улучшились свойства солонцов: увеличилось содержание доступного для растений азота, и улучшилась аэрация.

3. В верхнем слое как химически, так и фитомелиорированных солонцов активизировалось микробиологическое превращение растительных остатков в органическое вещество почвы.

***Библиографический список***

1. *Константинов М.Д.* Агробиологический метод мелиорации солонцов Южного Урала и Западной Сибири. Новосибирск. 2000. 360 с.

2. *Семендяева Н.В.* Длительность действия одноразового внесения гипса на солонцах Барабинской низменности // Сиб. вест. с.-х. науки. 2009. № 6. С. 439-441.

3. *Сэги Й.* Методы почвенной микробиологии. М.: Колос. 1983. 295 с.

4. *Аристовская Т.В. Чугунова М.В.* Экспресс-метод определения биологической активности почвы // Почвоведение. 1989. № 11. С. 142- 147.

5. *Муха В.Д.* О показателях, отражающих интенсивность и направленность почвенных процессов. Харьков: Изд-во Харьковского СХИ, 1980. Т. 273. С.13-16.

## TRANSFORMATION OF MICROBIAL COMMUNITIES SALANETS UNDER LONG-TERM PLASTER AND PHYTOMELIORATIVE CROP

L.N. Korobova, A.D. Karpova
Novosibirsk State Agrarian University
630039, Russia, Novosibirsk, st. Dobroljubova, 160, e-mail: lnkorobova@mail.ru

It is shown that phytomeliorative crop rotation and the introduction of gypsum in the long-term aftereffects improve the biological properties of saline soils. The share of agronomically beneficial microorganisms, improves aeration, is actively humus.

Key words: soil microorganisms, salt, gypsum, reclamation, aftereffect

УДК 553.98:556.3:502

# ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В РАЙОНАХ НЕФТЕДОБЫЧИ: МЕТОДОЛОГИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

С.М. Костарев
ООО «ПермНИПИнефть», 614066, г. Пермь, ул. Сов. Армии,29
skostarev@permnipineft.com

В работе рассмотрены принципы организации системы гидрогеохимического мониторинга на территории нефтяных месторождений. Показаны результаты функционирования систем гидромониторинга на нефтяных месторождениях Пермского края и особенности интерпретации с учетом горно-геологических условий региона.

Ключевые слова: гидрогеохимический мониторинг, месторождения нефти, загрязнение вод.

В настоящее время большинство нефтегазодобывающих предприятий в рамках реализации системы экомониторинга проводят исследовательские работы по контролю качества пресных поверхностных и подземных вод в пределах горных отводов месторождений. Регламентирующие документы по охране недр [1] и разработке нефтяных и газовых месторождений [2] предусматривают создание недропользователями сети наблюдательных водопунктов и осуществление гидрохимических и гидрогеологических наблюдений (ГГН) для контроля состояния пресных поверхностных и подземных вод, что обычно является одним из условий получения лицензии на разработку минерального сырья.

Гидрогеохимический мониторинг (ГМ) – система наблюдений, наблюдений и прогнозов изменения состояния водного объекта под воздействием внешних факторов, основанная на результатах исследований химического состава вод наблюдательной сети (скважины, родники, водоемы и водотоки).

Основная цель гидрогеохимического мониторинга в районах нефтедобычи - обеспечение системы управления природоохранной деятельностью и экологической безопасностью предприятия своевременной и достоверной информацией, позволяющей:

- *оценить состояние пресных поверхностных и подземных вод на территории разрабатываемого месторождения;*

© С.М. Костарев, 2010

- *определить тенденции изменения компонентов индикаторов нефтепромыслового загрязнения вод и при необходимости реализовать корректирующие водоохранные мероприятия;*
- *создать предпосылки для определения мер по исправлению возникающих негативных ситуаций до того, как будет нанесен ущерб водной среде.*

Основными задачами локального гидрогеохимического мониторинга состояния водных объектов в районах нефтедобычи являются:

- *проведение наблюдений за состоянием водной среды на территории нефтепромыслов и происходящими в ней процессами под влиянием природных факторов, недропользования и других видов хозяйственной деятельности;*
- *оценка фактического состояния пресных поверхностных и подземных вод на территории разрабатываемых месторождений;*
- *выявление и прогноз развития природных и техногенных процессов, влияющих на состояние водной среды в районах нефтедобычи.*

Методология ГГН [3-4] для контроля состояния приповерхностной гидросферы в районах нефтедобычи основана на проведении опробования рек, ручьев, родников и скважин хозяйственно-питьевого назначения, выполнении лабораторных исследований вод (массовое определение хлоридов и нефтепродуктов) и подготовке заключения о состоянии пресных поверхностных и подземных вод (для определенного временного “среза”).

Для функционирования системы гидрогеохимического мониторинга на нефтяных месторождениях создается наблюдательная сеть – система стационарных пунктов наблюдений (постов на реках и водоемах, родников и скважин), предназначенная для наблюдения за химическими процессами, происходящими в водной среде. При создании наблюдательной сети следует придерживаться принципа – получение максимума информации при минимальных затратах. Основной принцип – постепенное увеличение количества наблюдательных водопунктов по мере освоения объекта с целью его наибольшего охвата как в плане, так и в разрезе.

Методологическая основа гидрогеохимического мониторинга – сопоставление фактических концентраций загрязняющих компонентов (КЗК) в пресных поверхностных и подземных водах (на определенных

временных «срезах») с естественными фоновыми содержаниями данных компонентов в водной среде и и нормативами качества вод для хозпитьевых (ПДК $_{х.п.}$) или рыбохозяйственных целей (ПДК $_{р.х.}$). В качестве естественных фоновых значений химического состава вод должны рассматриваться содержания компонентов, существовавшие в приповерхностной гидросфере осваиваемой территории до начала структурного или поискового бурения скважин [5].

Фоновые гидрохимические поля КЗК в пределах каждого объекта должны быть разделены на нормальные, формирование которых обусловлено преимущественно одним фактором (например, литологией пород, слагающих верхнюю часть геологической среды), и аномальные. Без информации о реальном фоне КЗК невозможна оценка современного состояния приповерхностной гидросферы объекта. К примеру, на территории Пермского края на малых глубинах (до 100 м) в зоне пресных вод наблюдается появление хлоридов и нефти. Это природное явление обусловлено восходящей вертикальной миграцией компонентов флюидов из глубокозалегающих газо- нефте-рассолоносных комплексов[6-7].

Методы оценки степени загрязнения вод неорганическими и органическими загрязнителями отличается тем, что для последних в РФ приняты очень низкие нормативы качества ($ПДК_{х.п}$), практически соответствующие фоновым концентрациям органического вещества в природных условиях. Поэтому количественные критерии выделения степени загрязнения вод для них должны быть различными.

В случае резкого повышения содержания нефтепродуктов в водах нефтепромыслов объектами гидрогеохимических исследований становятся нефтяные маркеры аквабитумоидов, позволяющие определить генезис водорастворенного органического вещества.

Важным аспектом является визуализация результатов гидрогеохимического мониторинга, которая должна отражать информацию о гидрохимическом поле КЗВ для определенного временного “среза”, а также изменение основных компонентов-индикаторов нефтепромыслового загрязнения в приповерхностной гидросфере в течение всего периода разработки залежей нефтяного месторождения.

Многолетние систематические наблюдения за состоянием пресных поверхностных и подземных вод на территории разведки и

разработки нефтяных залежей Пермского края показали, что существуют три группы разрабатываемых нефтяных месторождений с различным видом эволюции химического состава приповерхностной гидросферы. В первой, наиболее многочисленной группе месторождений, качество вод практически не изменилось в течение всего периода техногенного воздействия и содержания хлоридов и нефтепродуктов в водопунктах соответствуют естественным фоновым колебаниям, которые обусловлены сменой режимов питания водотоков и подземных горизонтов.

Для второй группы характерно превышение фоновых концентраций основных компонентов-индикаторов в отдельных наблюдательных водопунктах, но недостижение ПДК $_{х.п.,}$ что свидетельствует о начальном этапе нефтепромыслового загрязнения.

К третьей группе относятся месторождения, в приповерхностной гидросфере которых на отдельных участках продолжительное время наблюдаются стабильные превышения ПДК $_{х.п.}$ по хлоридам, реже нефтепродуктам. В эту группу вошли преимущественно месторождения, находящиеся на последней стадии разработки, с продолжительностью эксплуатации нефтяных залежей более 25 лет.

Трансформация химического состава как поверхностных, так и подземных вод на данных месторождениях происходит в виде увеличения засоления и загрязнения нефтью и нефтепродуктами мелких водотоков, родников или неглубоких скважин. Процесс преобразования химического состава вод сначала выражается в изменении естественных гидрохимических полей (хлоридов или нефтепродуктов) и формировании природно-техногенных ареалов рассеивания компонентов, в последующем трансформирующихся в устойчивые техногенные системы [8]. При этом степень загрязнения поверхностных вод на таких объектах обычно составляет 1-3 ПДК $_{х.п.}$, в то время как подземных вод – 5-10 ПДК $_{х.п.}$. Стабильность и неразрушаемость существующей техногенной системы свидетельствуют о глубинном источнике загрязнения приповерхностной гидросферы [9].

В связи с тем, что на нефтяных месторождениях первой группы не превышены нормативы качества пресных вод по результатам ГМ планируются профилактические природоохранные мероприятия и отслеживаются тенденции изменения хлоридов и НП в водопунктах.

Особое внимание должно быть уделено участкам нефтяных месторождений, где в родниках или нг-скважинах превышены нормативы качества пресных вод, т.е. формирование химического состава вод данного объекта в данный период времени происходит преимущественно вод воздействием техногенных нефтепромысловых факторов.

Как показывают результаты многолетних геоэкологических исследований, основным негативным последствием разработки нефтяных залежей является загрязнение пресных поверхностных и подземных вод хлоридами. Основными причинами поступления загрязняющих веществ в подземные пресноводные горизонты на старых месторождениях является подъем минерализованных вод по линеаментам или некачественно зацементированному заколонному пространству скважин, с горизонтальной миграций загрязнителей в зоне активного водообмена.

Для оценки масштабов и причин засоления горизонтов пресных подземных вод проводились специальные региональные электрометрические работы.

Минерализация подземных вод на отдельных участках в настоящее время достигает 20 г/дм$^3$. На аномальных участках, где геоэлектрический разрез был изучен в интервале глубин от поверхности до 100 м были детализированы аномалии, связанные с хлоридным загрязнением подземных вод, отмечены объекты (скважины), являющиеся возможными источниками загрязнения.

Комплекс ликвидационных мероприятий определяется уровнем техногенного проявления и должен рассматриваться как вид специальных работ. Как показывает практика [10], поиск и успешная ликвидация глубинного источника загрязнения приповерхностной гидросферы сопровождается значительными материальными затратами и эффективны только при хорошей методологической поддержке и качественном геологическом обосновании ликвидационных мероприятий.

Мероприятия по контролю состояния пресных поверхностных и подземных вод, проводимые в районах нефтедобычи Пермского края, являются не только одним из условий недропользования, но и основой для осуществления хозяйственной деятельности в области охраны окружающей природной среды предприятий горнодобывающего профиля и их устойчивого развития.

***Библиографический список***

1. *Правила* охраны недр. Постановление Госгортехнадзора № 4718 от 18.06.03.

2. *Правила* разработки нефтяных и газовых месторождений. М., 2002.

3. *Костарев С.М.* Контроль состояния геологической среды на ранних стадиях освоения нефтяных месторождений //Геология нефти и газа. 1990. № 2. С.34-37.

4. *Бузмаков С.А., Костарев С.М.* Техногенные изменения компонентов природной среды в нефтедобывающих районах Пермской области. Пермь: Изд-во Перм. уни-та. Пермь, 2003. 171с.

5. *Костарев С.М.* Внедрение системы экомониторинга при геологоразведочных и эксплуатационных работах на нефть:Тез. докл. 1-й Международной конференции "Охрана окружающей среды при поисках, разведке, разработке месторождений углеводородного сырья, его переработке и транспортировке", С-Пб., 1996. С.7.

6. *Силин-Бекчурин А.И.* О куполообразном залегании минеральных вод в долинах Камы и Волги//Советская геология. 1941. № 4. С. 39-51.

7. *Шимановский Л.А., Шимановская И.А.* Пресные подземные воды Пермской области. Пермь, 1973. 197с.

8. *Костарев С.М.* Формирование техногенных скоплений компонентов глубинных флюидов в приповерхностных массивах горных пород (на примере районов нефтедобычи Пермской области) //Известия ВУЗов. Нефть и газ. 2004. № 5. С.132 –143.

9. *Костарев С.М.* Методология геоэкологических исследований для подготовки проектов поисков, разведки и разработки нефтяных месторождений //Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2005. № 5-6, С.110 - 117.

10. *Костарев С.М.* Методы поиска техногенных скоплений флюидов в верхней части геологической среды нефтяных месторождений Пермского Прикамья//Геоэкология. 2005. № 6. С.252-259.

HYDROGEOCHEMICAL MONITORING IN OIL-BEARING AREAS: METHODOLOGY AND RESULTS OF RESEARCHES

Kostarev S.M

In work principles of the organization system of hydrogeochemical monitoring in territory of oil deposits are considered. Results of functioning of systems of hydromonitoring on oil deposits of the Perm Territory and feature of interpretation taking into mining and geological conditions of region are shown.

Key words:Hydrogeochemical monitoring, oil fields, waters pollution.

УДК 629.78:504.064.47

# ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ РАЙОНОВ ПАДЕНИЯ ОТДЕЛЯЮЩИХСЯ ЧАСТЕЙ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ

Т.В.Королева[1], П.П.Кречетов[1], В.В.Неронов[2], О.В.Черницова[1]
[1]Московский государственный университет, 119991, г. фосква, ГСП-1, Ленинские горы, e-mail: korolevat@mail.ru; krechetov@mail.ru; olchernitsova@mail.ru
[2] Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, 119071, г. Москва, Ленинский пр. 33, e-mail: vneronov@mail.ru

В статье на примере одного из районов падения первых ступеней ракет-носителей рассмотрены экологические последствия осуществления ракетно-космической деятельности. Дана оценка экологического состояния почв и растительности по результатам проведенных в районе падения эколого-геохимических исследований. Рассмотрены особенности механических нарушений и химического загрязнения экосистем в результате специфического техногенного воздействия. Приведены сведения о фактическом загрязнении почв и растительности компонентами ракетных топлив: несимметричный диметилгидразин (НДМГ) вне мест падений обнаружен в 5% проб почвы и в 43% проб растительности.

Ключевые слова: несимметричный диметилгидразин (НДМГ); ракетно-космическая деятельность; экологическая оценка.

Оценка экологических последствий ракетно-космической деятельности является одной из сложнейших задач, возникшей на стыке технических и естественных наук. Несмотря на полувековую историю практического освоения человечеством космического

© Т.В.Королева, П.П.Кречетов, В.В.Неронов, О.В.Черницова, 2010

пространства, научно-методическая база для решения этой задачи еще только формируется. Фактически отсутствуют экологические нормативы в этой области, определяющие критические нагрузки негативного воздействия на экосистемы. До сих пор не существует унифицированной системы показателей, позволяющей объективно оценить состояние компонентов природной среды территорий, подверженных воздействию ракетно-космической деятельности.

В настоящее время Российской Федерацией эксплуатируются два космодрома – «Плесецк» (Архангельская область) и «Байконур» (Республика Казахстан).

Организационно каждый космодром состоит из позиционного района и районов падения отделяющихся частей ракет-носителей. Позиционный район космодрома – это территория, на которой размещаются объекты, предназначенные для подготовки ракет-носителей, разгонных блоков и космических аппаратов и осуществления пусков. Районы падения (РП) отделяющихся частей представляют собой довольно значительные территории, площадью от 1,5 до 5 тысяч квадратных километров, которые расположены вдоль трасс выведения и предназначены для приема отработавших ступеней ракет-носителей, головных обтекателей и хвостовых отсеков в соответствии с баллистическими расчетами. РП находятся на значительном удалении от позиционных районов космодромов (300-1600 км) на территории России и в Республике Казахстан.

После окончания работы ступеней ракеты-носителя и их отделения в топливных баках остается некоторое количество топлива, которое может попадать в природные экосистемы на месте падения ступени на землю. Наиболее экологически опасным считается ракетное топливо, компонентом которого является несимметричный диметилгидразин (НДМГ) – высокотоксичное вещество первого класса опасности. В частности, это ракетное топливо применяется в тяжелых грузовых ракетах-носителях «Протон», широко используемых для запуска космических аппаратов.

Максимальная техногенная нагрузка на экосистемы проявляется при падении первых ступеней ракет-носителей, так как они разрушаются непосредственно на земле. Вторые ступени отделяются и разрушаются на больших высотах, и остатки топлива не могут достичь поверхности земли; головные обтекатели и хвостовые отсеки ракет-носителей не содержат ракетного топлива. Воздействие на окружающую среду в районах падения вторых ступеней, головных

обтекателей и хвостовых отсеков заключается в незначительном нарушении поверхностного слоя почвы и растительного покрова, а также в засорении территории фрагментами конструкций.

В настоящей статье представлена оценка состояния экосистем в районах падения первых ступеней ракет-носителей «Протон», запускаемых с космодрома «Байконур», на примере района падения, характеризующегося максимальной техногенной нагрузкой (около 200 пусков за 40 лет). Все районы падения первых ступеней ракеты-носителя «Протон», в том числе и рассматриваемый в данной статье, расположены в малонаселенных районах Карагандинской области Республики Казахстан, вдали от магистральных дорог, промышленных предприятий, крупных водных объектов и населенных пунктов. В природном отношении эти территории относятся к зоне сухих степей и полупустынь.

Эколого-геохимические исследования в районах падения отделяющихся частей ракет-носителей проводятся географическим факультетом МГУ имени М.В. Ломоносова с 1991 года.

**Методика исследований**. Для выявления картины распределения НДМГ в почвах рассматриваемого района падения, в том числе, вне мест падений ступени на землю, проведено детальное площадное литогеохимическое обследование (с глубины 0-15 см отобрано 640 проб почвы). Было изучено также внутрипрофильное распределение НДМГ в различных типах почв района падений. Для этого на ландшафтно-геохимических профилях на разновременных местах падения было заложено 47 почвенных разрезов. Выполнено морфологическое описание почвенных разрезов и проведено полевое определение плотности почв; в разрезах отобрано 275 образцов.

Во всех почвенных пробах определено содержание НДМГ и измерен показатель pH. В пробах почвенных разрезов помимо этих показателей проанализированы: общее содержание гумуса, водная вытяжка, содержание поглощенных оснований.

Одновременно с отбором почвенных образцов в пределах ландшафтно-геохимических профилей проводилось опробование растений с учетом их видовой и территориальной представительности и биогеохимической специализации (180 проб). В общей сложности на содержание НДМГ обследованы растения 14 семейств. Кроме того, с целью обнаружения степени отклонения от нормы наиболее значимых для растительного сообщества параметров проведены исследования на

12 пробных площадках размером 10х10 м (6 фоновых и 6 нарушенных) на местах падений различной давности.

Проявлениями деградации экосистем в районах падения являются: механические нарушения почвенного и растительного покрова, изменение химических свойств и вещественного состава компонентов экосистем. Механические повреждения на местах падения проявляются в виде образования воронок, уничтожения растительности, засорения территории фрагментами ракеты-носителя. Возможно также повреждение почвы колесами тяжелой автомобильной техники, которая применяется при эвакуации обломков ракет и тушении пожаров. Изменение химических свойств и вещественного состава компонентов экосистем происходит в результате попадания ракетного топлива в почву и его биологического поглощения биотой.

**Экологическая оценка состояния почв.** Природные экосистемы района исследований расположены в зоне полупустынь Центрального Казахстана. Почвенный покров представлен бурыми пустынно-степными почвами в комплексе с солонцами (около 65% территории), солончаками, лугово-бурыми и аллювиально-луговыми почвами.

Специфическое *механическое воздействие* на почву в результате падения первой ступени проявляется в виде образования воронки на месте падения и засорения территории фрагментами отделяющихся частей ракеты-носителя. В местах падения первых ступеней ракеты-носителя «Протон» образуется воронка радиусом до 5 м и глубиной до 1 м, площадь воронок не превышает 80 м$^2$. В воронке происходит уплотнение грунта и уменьшение мощности почвенного профиля. Радиус рассеяния механических фрагментов конструкции ступени составляет 100-120 м. Суммарная площадь участков, подвергшихся физической деградации, с учетом образовавшихся воронок и разлета фрагментов ступеней не превышает 0,002-0,05% от площади района.

Почвы в районах падения могут быть подвержены также *химическому воздействию* компонентов ракетных топлив. Формы нахождения НДМГ и его миграционные возможности в почвах определяются его физико-химическими свойствами, среди которых следует выделить высокую растворимость НДМГ в воде и возможность его миграции в составе почвенного раствора до глубины залегания грунтовых вод; активную окисляемость НДМГ кислородом

воздуха и его трансформацию в аэробных условиях до нетоксичных форм; переход молекулы НДМГ в кислых условиях в форму катиона и участие ее в ионообменных процессах; а также образование соединений с карбоновыми кислотами и их производными и возможность закрепления НДМГ в почве за счет образования комплексных соединений с гумусовыми кислотами.

В зависимости от количества попавшего в почву топлива вероятными проявлениями такого воздействия становятся изменение кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств почв, а также появление и миграция в почвенном профиле загрязняющих химических соединений.

При проведении площадного литогеохимического обследования из 640 отобранных в районе поверхностных проб почвы лишь в 5% подтвердилось наличие НДМГ в концентрациях от 0,05 до 0,6 мг/кг. Положительные пробы, как правило, приурочены к местам падений ступеней ракет-носителей на землю. Максимальные концентрации НДМГ обнаруживаются в первые сутки после падения и могут достигать 1000 мг/кг (ориентировочный безопасный уровень воздействия для почв составляет 0,1 мг/кг). Проведенные исследования показали, что концентрации НДМГ резко дифференцированы и зависят от ландшафтно-геохимических условий.

**Экологическая оценка состояния растительности.** Растительный покров района падений характеризуется господством пустынных и степных растительных сообществ, наиболее распространены два типа растительных группировок: полынно-дерновиннозлаковые сообщества и полыни в сочетании с солянками и другими солеустойчивыми многолетними полукустарничками. Луговая растительность приурочена к поймам рек, озер, западинам, сухим руслам.

*Механические нарушения* растительного покрова в районах падений могут быть более обширными, чем нарушения почвенного покрова. Это, как правило, связано с несвоевременным тушением пожаров, возникших при падении отделяющихся частей ракеты-носителя, и выгоранием надземной части растительности на значительных площадях. На нарушенных механически при падении фрагментов ракеты-носителя участках происходит трансформация естественного растительного покрова, проявляющаяся в формировании пионерных группировок. В дальнейшем, в результате

протекания демутационных сукцессий происходит восстановление растительного покрова.

Степень трансформации растительного покрова в местах падений и скорость восстановления фитоценозов могут быть оценены с использованием таких интегральных характеристик, как показатель общего проективного покрытия (%), средняя высота травяно-кустарничкового покрова (см) и уровень видового разнообразия (количество видов на площадь пробной площадки).

Обследованные в районе падения сообщества достаточно заметно различаются по этим показателям. Так, общее проективное покрытие в целом повсеместно невысокое и варьирует в пределах 3-40%. Такие значения являются нормальными для пустынных растительных сообществ в различных эдафических условиях. Следует также отметить, что практически во всех случаях проективное покрытие нарушенных участков на местах падений ступеней ракет ниже по сравнению с фоновыми. Это связано с уничтожением многолетних полукустарничков и увеличением разреженности фитоценозов. Аналогичные норме значения зафиксированы и по средней высоте растений (пределы варьирования 5-50 см). В среднем высота растений на фоновых участках также выше, чем на нарушенных.

Видовое разнообразие повсеместно невысокое и изменяется в пределах от 2 до 12 видов на пробную площадь 100 $м^2$. Наиболее богатые по видовому составу и более сомкнутые сообщества характерны для участков с более благоприятным режимом увлажнения. На техногенно-нарушенных участках может наблюдаться как обеднение видового состава, так и его заметное обогащение за счет вселения в нарушенное сообщество сорных и однолетних видов растений.

Таким образом, проведенные наблюдения на различных по давности местах падений первых ступеней ракет-носителей показали, что в целом, выявленные нарушения носят локальный характер и могут быть индицированы по комплексу геоботанических показателей, рассмотренных выше. Для полного восстановления фитоценозов в местах падений, в зависимости от литолого-эдафических условий, по всей вероятности необходим период в 15-20 лет. Растительный покров территории в целом характеризуется фоновым состоянием при отсутствии видимых нарушений флористического состава, пространственной и горизонтальной структуры, а также показателей

биологической продуктивности (подобные выводы сделаны на основании дополнительного обследования фоновых участков на значительной площади района падений).

*Химическое загрязнение* растительности рассматривалось с учетом геохимической специализации отдельных видов и родов растений в различных ландшафтно-геохимических условиях местообитания. В 43% отобранных проб растений обнаружен НДМГ. Уровни содержания загрязнителя в растениях на местах падений ступеней ракет изменяются от 0,05 до 224 мг/кг. Наиболее частыми являются концентрации от 0,2 до 0,3 мг/кг.

Обработка результатов обследований районов падений осуществляется с использованием ГИС-технологий. Для районов падения созданы геоинформационные системы, в которые помимо информации о проведенных эколого-геохимических исследованиях включены данные о компонентах природной среды и о фактической техногенной нагрузке на конкретный район падения (местах падений ОЧРН).

Результатом экологической оценки состояния территорий, подверженных ракетно-космической деятельности, в том числе, с использованием геоинформационных технологий, должны стать экологические нормативы, определяющие критические нагрузки негативного воздействия на экосистемы.

## ASSESSMENT OF THE STATE OF ECOSYSTEMS OF IMPACT ZONES FOR LANDING SEPARATED PARTS OF LAUNCH VEHICLES

Koroleva T.V., Krechetov P.P., Neronov V.V., Chernitsova O.V

The paper deals with the discussion of ecological consequences of booster launches by the example of one of the impact zones of launch vehicles' first stages. Assessment of ecological state of soils and vegetation is given, as the result of ecological-geochemical investigations carried in the impact zone. Peculiarities of mechanical damages and chemical contamination of ecosystems caused by specific technogeneous impact are considered. Data about actual contamination of soils and vegetation by rocket fuel components are given: unsymmetrical dimethylhydrazine (UDMH) was found in 5% soil samples and 43% vegetation samples beyond the sites of remnants' fall.

Keywords: unsymmetrical dimethylhydrazine (UDMH); space-rocket activities; ecological assessment.

УДК 556.551:622.7 (571.56)

# ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД ВОДОХРАНИЛИЩ НЮРБИНСКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА

М.И. Ксенофонтова, Л.А. Пестрякова, Л.А. Ушницкая, В.А. Соколова, Л.Н. Трофимова

ФГНУ Институт прикладной экологии Севера, 677027, г. Якутск, ул. Каландаришвили, 5, e-mail: ksemarta@yandex.ru

В статье приведены результаты исследований качества вод водохранилищ, используемых для нужд Нюрбинского ГОКа. Дается интегральная оценка качества вод водохранилища на р. Лиендокит и Буферного водохранилища. Изученные водные объекты проходят начальный этап формирования искусственного водоема. В целом, вода обоих водохранилищ относится к «умеренно-загрязненным» водам.

Ключевые слова: водохранилище, качество вод, интегральная оценка, индекс загрязненности вод, сапробиологический метод.

Водохранилищам присуща особая система внутриводных процессов, им свойственны гидрологические, гидрофизические, гидрохимические и гидробиологические процессы не идентичны тем, что наблюдается в других водных объектах (озерах, реках, каналах), то есть у водохранилищ нет природных аналогов. Процессы трансформации вещества и энергии в водохранилищах, особенно в глубоководных, имеют иные, чем в озерах и реках масштабы, направленность, интенсивность и длительность. Это выражается в структуре и продуктивности водных экосистем [2].

Формирование водного объекта сопровождается исключительно сложными, во многих часто непознанными, сочетаниями взаимоотношений биоты, гидрологии и гидрохимии водоема, а также взаимодействиями между составляющими биоты [1]. Создание искусственных водоемов (водохранилищ, прудов) нарушает функционирование речных биоценозов и приводит к массовому развитию («цветению») отдельных видов микроводорослей. Процесс формирования водоема может иметь разную продолжительность и длиться интенсивно в течение десятилетий. В водохранилищах расположенных в северных широтах продолжительность стадий

© М.И. Ксенофонтова, Л.А. Пестрякова, Л.А. Ушницкая, В.А. Соколова, Л.Н. Трофимова, 2010

формирования водоема занимает больше времени, чем в других климатических зонах (пример Вилюйское водохранилище).

При оценке качества водоемов как природного, так и искусственного происхождения учитывают параметры гидрологического режима, химические и биологические характеристики компонентов водных экосистем. При этом, как правило, используют такие показатели, как индекс загрязненности и класс качества воды. В настоящее время в качестве обобщенного критерия химического загрязнения водного объекта применяется индекс загрязненности вод (ИЗВ), в зависимости от градаций которого устанавливается класс качества воды по гидрохимическим показателям. В свою очередь, класс качества воды по гидробиологическим показателям устанавливается в зависимости от градации формализованных характеристик водных биоценозов, в основном, полученных в результате сапробиологического анализа. Существующие расхождения в оценке качества воды по данным гидрохимического и сапробиологического анализа, как правило, обусловлены тем, что ИЗВ рассчитывается по всем параметрам загрязнения, включающим не только легко минерализуемые бактериями органические вещества (загрязнения «сапробного» типа), но и все остальные, например, нефтепродукты, тяжелые металлы и др. Поэтому, параллельное проведение гидрохимического и сапробиологического анализов не только является общепринятым и традиционным, но и объективизирует представление о качестве воды в водном объекте и его экологическом состоянии.

Материалом для исследования прослужили данные, полученные в июле 2008 года в ходе комплексных работ сотрудников ФГНУ Института прикладной экологии Севера на двух водохранилищах (на р. Лиендокит и Буферное) Нюрбинского ГОКа. Данные водоисточники были созданы в 2005 году и используются круглогодично для хозяйственно-питьевых целей вахтового поселка Накын.

Анализ химического состава воды произведен в Лаборатории физико-химических методов анализа ФГНУ ИПЭС. Макрокомпонентный состав воды определен методом капиллярного электрофореза с помощью прибора «Капель–105». Данный метод основан на разделении компонентов сложной смеси в кварцевом капилляре под действием приложенного электрического поля [5]. Определение микроэлементного состава воды произведено атомно-абсорбционным методом на спектрометре «МГА-915». Все

определения выполнены не менее чем в двух повторностях. Анализы на содержание нефтепродуктов и фенолов произведены в санитарно-гигиенической лаборатории ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии по РС (Я)». Непосредственно на месте отбора проб измерялись температура воды и газовый режим (содержание растворенного кислорода и свободной двуокиси). Для определения качества воды в водохранилище на р. Лиендокит и Буферное водохранилище нами использованы ИЗВ, индекс сапробности, индекс Майера.

Исследованные воды водохранилищ по классификации О.А. Алекина [3] характеризуются как очень мягкие, гидрокарбонатно-кальциевого состава, маломинерализованные с нейтральной средой. Превышения нормативов ПДК для хозяйственно-бытовых целей выявлено по общему железу и ион–аммония (табл. 1).

В микроэлементном составе воды водохранилища на р. Лиендокит и Буферного водохранилища большинство определяемых микроэлементов присутствуют в следовых количествах – ниже предела обнаружения анализа. В единичных точках отмечены знаковые содержания Zn, Cu, Ni, Mn.

В целом в период исследования качество вод обоих водохранилищ соответствуют СанПиН 2.1.4.1074-01.

Интегральная оценка состояния вод водохранилищ представлена в табл. 1. Вода водохранилища на р. Лиендокит по ИЗВ относится к умеренно-загрязненным водам, с благоприятным кислородным режимом, третьего класса. Вода по сапробиологическим показателям характеризуется третьим классом качества («умеренно-загрязненная»), а экологическое состояния водохранилища оценивается как «относительно удовлетворительное». По индексу Майера вода имеет статус «загрязненный» и относится к 4-7 классу.

Таблица 1.

**Интегральная оценка качества воды водохранилища на р. Лиендокит и Буферное водохранилище**

| *Водохранилище* | *Показатели гидрохимического состояния* | | | | | | *Характеристика качества воды* | *Микроэлементный спектр донных отложений* | *Показатели гидробиологического состояния* | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *Средние показатели по водохранилищам* | | | | *Вещества определяющие качество воды (ср. конц. в ПДК)* | *Индекс загрязненности воды (ИЗВ)* | | | *Фитопланктон* | | | *Зоопланктон* | | | *Зообентос* | | |
| | *Растворенный кислород, мг/л* | *Цветность в ПДК* | *БПК$_5$ в ПДК* | *ХПК в ПДК* | | | | | *индекс сапробности* | *класс качества воды* | | *индекс сапробности* | *зона сапробности* | *класс качества воды* | *индекс Майера* | *класс качества воды* | |
| Лиендокит | 8,16-12,2 (благоприятный) | 6,7 | 0,3 | 3,7 | Fe общ-7,3 $NH_4$-20 (max 2007) $NH_4$-3 (сред.) | 1,88 | умеренно-загрязненная | Cu, Pb, Ge, Co, Zn, Y | 1,55 | Умеренно-загрязненная | 3 | 1,5-1,67 | β-мезосапробная | 3 | 5-11 | загрязненная | 4-7 |
| Буферное | 12,2 (благоприятный) | 5,8 | 0,3 | 3,3 | Fe общ-5 (зима) Fe общ-3 (лето) $NH_4$-3,2 (лето) $NH_4$-2,5 (зима) | 1,26 | умеренно-загрязненная | Ge, Cr, Pb, Co, Zn, Mn, P, Y, Be, Yb | 1,5 | чистые | 3 | 1,5-1,72 | β-мезосапробная | 3 | 9-11 | загрязненная | 4-7 |

Вода Буферного водохранилища по ИЗВ умеренно-загрязненная с благоприятным кислородным режимом и относится к третьему классу. Веществами, выступающими как лимитирующими, являются железо общее, ион аммония, ХПК и цветность. По сапробиологическим показателям водоем относится к третьему классу качества и характеризуется как умеренно-загрязненный, по индексу Майера вода имеет статус «загрязненной» и относится к 4-7 классу.

В целом экологическое состояние водохранилища оценивается как «относительно удовлетворительное».

В обоих водохранилищах показателями загрязнения природных вод являются железо общее, ион аммония, бихроматная окисляемость (ХПК) и цветность. Поступление данных веществ происходит в процессе взаимодействия воды с почвенным покровом, как водосборной площади, так и подтопленной части.

При анализе поступления веществ в водохранилища сразу была исключена возможность поступления общего железа и иона аммония через хозяйственно-бытовые и сельскохозяйственные стоки, поэтому единственно возможным и логичным путем поступления является контакт почва-вода, который рассматривается в двух аспектах: при подтоплении территории (преобладание в начальной стадии формирования водоема) и смыв с водосборной площади. Высокое содержание общего железа и иона аммония способствует увеличению биохроматной окисляемости (ХПК), так как усиливаются внутриводоемные процессы. Цветность воды также обусловлена содержанием органических и неорганических веществ как природного так и техногенного происхождения (гуминовые и фульвокислоты, трехвалентное железо и микроэлементы группы железа - марганец и др.). Это является следствием закономерных процессов начальной стадии формирования искусственного водоема и отмечено Лабутиной Т.М. на примере Вилюйского водохранилища [4].

В 1969-1979 гг. в рамках комплексных работ Института Биологии СО РАН были проведены гидрохимические и гидробиологические исследования Вилюйского водохранилища. На основании материалов многолетних исследований и экспериментальных работ установлены основные этапы и закономерности формирования гидрохимического режима Вилюйского водохранилища, характерного для водоемов Северо-востока Сибири. Гидрохимический режим водохранилища формировался под влиянием многих факторов и определялся водным

стоком и стоком химических веществ, поступающих в водохранилище, а также протекающими в нем процессах. Изменения гидрохимического режима и химического состава воды обуславливались, кроме того, спецификой самого водоема - наличием многолетнемерзлых почв и пород, длительным ледовым периодом (до 216 дней), низкой проточностью (коэффициент водообмена 0,5) и неподготовленностью ложа к затоплению. Оценивания формирование гидрохимического режима и качества воды Вилюйского водохранилища исследователи отметили об относительно затяжном характере его стабилизации в сравнении с известными водохранилищами других климатических зон [4].

Таким образом, на основе выводов исследований состояния Вилюйского водохранилища можно предположить, что в настоящее время водохранилища, обеспечивающие питьевое водоснабжение НГОКа проходят этап начального формирования искусственного водоема, который может продлиться до 10 лет. Поэтому при выборе мероприятий по оптимизации микробиологического и гидрохимического состояния Буферного водохранилища и водохранилища на р. Лиендокит существует два варианта развития событий:

1. проведение комплексного мониторинга, без активного вмешательства в процессы самоочищения искусственных водоемов. На фоне проведения мероприятий по организации охраны прибрежной полосы;
2. провести мероприятия по санитарной охране водных объектов, направленных на оптимизацию гидробиологического состояния (борьба с избыточным цветением воды, микроводорослями и зарастанием)

Как показывает интегральная оценка, вода обоих водохранилищ Нюрбинского ГОКа относится к категории «умеренно-загрязненных вод». И в первую очередь это является следствием нарушения организации прибрежных зон, как Буферного водохранилища, так и водохранилища на р. Лиендокит.

***Библиографический список:***

1. *Авакян А.Б.* Водохранилища мира.– М.: Наука, 1979.–287 с.
2. *Авякан А.Б., Салтакин В.П., Шарапов В.А.* Водохранилища // Природа мира.– М., 1987.

3. *Алекин О.А.*Основы гидрохимии.– Л. Гидрометеоиздат, 1953.

4. *Лабутина Т.М.* Формирование и прогнозирование гидрохимического режима водохранилищ Северо-Востока СССР.– Якутск: Изд-во ЯФ СО РАН, 1985.–114 с.

5. *Система* капиллярного электрофореза. Основы метода. Аппаратура. Примеры использования систем капиллярного электрофореза «Капель–103,–104,–105».–СПб: Изд-во «Петрополис», 2001.–65 с.

## INTEGRATED ESTIMATION OF QUALITY OF WATERS OF WATER BASINS NJURBINSKY MOUNTAIN-CONCENTRATING INDUSTRIAL COMPLEX

Ksenofontova T.V., Pestryakova L.A., Ushnitskaya L.A., Sokolova V.A., Trofimova L.N

In article results of researches of quality of waters of the water basins used for needs Njurbinsky mountain-concentrating industrial complex are resulted. The integrated estimation of quality of waters of a water basin on the river of Liendokit and the Buffer water basin is given. The studied water objects pass the initial stage of formation of an artificial reservoir. As a whole, water of both water basins concerns the moderate-polluted waters.

Key words. Water basin, quality of waters, integrated estimation, index of impurity of waters, saprobiology methods.

УДК 550.424

# ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ БУРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ПРИ АНТРОПОГЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Е.Н. Кулик, В.И. Радомская
Институт геологии и природа пользования ДВО РАН, 675000, г. Благовещенск, пер. Релочный, 1, e-mail: elenk70@mail.ru

В работе представлены результаты исследований антропогенного воздействия на подвижность тяжелых металлов в бурой лесной почве Амурской области. Внесение удобрений не оказывает существенного влияния на содержание подвижных форм меди, цинка, кобальта, свинца в пахотном слое почвы.

Ключевые слова: тяжелые металлы; последовательная экстракция; лабильные формы; осадки сточных вод.

Формы нахождения тяжелых металлов (ТМ) в почвах определяют их подвижность, миграционную способность, доступность живым организмам и токсичность. Именно поэтому экспериментальные методы оценки форм нахождения ТМ в почвах на протяжении многих лет привлекают внимание ученых. Изучение валового содержания ТМ в почвах является недостаточным, т.к. подобные исследования отражают лишь направление процессов. Исследование поведения подвижных форм металлов дает возможность выявить механизм трансформации техногенных форм ТМ в почве и их дальнейшее действие.

С химической точки зрения существует относительно небольшое количество принципиально различающихся форм нахождения ТМ в почвах: Формы, образованные в результате изоморфного замещения и фиксации ТМ в дефектах кристаллических структур почвенных минералов, осадки малорастворимых солей, сформировавшиеся в результате процессов осаждения или соосаждения совместно с другими малорастворимыми осадками и собственные минералы ТМ, ионы ТМ, адсорбированные на поверхности почвенных частиц (Переломов, 2001; Руденская, 1962).

Целью данной работы являлось установление влияния осадка сточных вод очистных сооружений г. Благовещенска (ОСВ) на фракционный состав соединений ТМ бурой лесной почвы.

Для изучения влияния ОСВ на поведение тяжелых металлов был заложен полевой опыт, при котором в бурую лесную почву

© Е.Н. Кулик, В.И. Радомская, 2010

вносились два типа ОСВ: осадок после цеха механического обезвоживания (Кек) и осадок иловых полей (ОИП) в следующих дозах: 3,5 т/га,7 т/га, 10 т/га.

Для определения распределения ТМ по формам соединений использовали метод последовательной экстракции ТМ из одной навески. Были получены следующие формы соединений ТМ, выделяемые из почвы: I) переходящие в водную вытяжку; II) непрочно специфически сорбированные различными почвенными компонентами; III) связанные с оксидами и гидроксидами железа и марганца; IV) связанные с органическим веществом и сульфидами. Расчетным путем по разности между валовым содержанием и суммой I-ой, II-ой III-ой и IV форм находилась V инертная форма – в которой металлы зафиксированы в кристаллической решетке минералов. Определение концентрации металлов в проводили атомно-абсорбционным методом на спектрофотометре «Аналист 400», на третий день после внесения, через 100 дней и через год после внесения.

*Медь* Проведенные исследования на бурых лесных почвах Амурской области источником загрязнения, которых были ОСВ очистных сооружений г. Благовещенска, показали, что основное количество Cu от 75,9 до 85,8 % сконцентрировано в инертной фракции. Следующей по степени экстрагируемости следует отметить, фракцию, связанную с органическим веществом почвы, где доля меди составляет 9,1 – 17,5 %. Доля меди, выделяемая с помощью вытяжки ацетатно-аммонийным буфером, варьировала в пределах от 0 до 1,1 % от валового содержания.

При внесении ОСВ через 100 дней содержание Cu в водорастворимой фракции увеличилась по отношению контрольному варианту почти в 2 раза и составило 0,5-0,9 %.

Проанализировав фракционный состав форм Cu в динамике через год после внесении ОСВ, было установлено, что увеличение водорастворимой формы составляет десятые доли процента по отношению к 100 дням внесения. Однако произошло перераспределение между остаточной фракцией и фракцией связанной с органическим веществом, которая увеличилась почти в 3 раза (16,7-40,7%).

*Цинк.* Изучение фракционного состава соединений цинка показало, что наибольшее его содержание характерно для остаточной фракции (40,5-55,69%). Второй доминирующей среди лабильных форм

Zn (от 24,6 до 33,6 % от валового содержания) является фракция, связанная с гидроксидными пленками. Доля в водорастворимой фракции составляет от 0,1 до 0,3 % от валового содержания при внесении ОСВ, доля цинка в специфически адсорбированнаой фракции при внесении ОСВ колеблется от 13,7 до 18,2 %.

Через год после внесения ОСВ увеличивается содержание Zn во всех геохимически подвижных фракциях, особенно четко это проявляется при максимальных дозах внесения ОСВ 10 т/га.

*Свинец*. Основная масса Pb находится в остаточной фракции и варьирует в пределах 62,4-85,4 % от валового содержания. Анализируя процентное содержание свинца в двух фракциях (водорастворимой и АББ) через 100 дней внесения установлено, что наибольшая его доля 8,37 % свойственна вариантам опыта с внесением Кека. Через год после внесения его доля в водорастворимой фракции в данных вариантах опыта ниже чувствительности прибора, а во фракции АББ составила 6,1 %, что на 1,8 % ниже, чем на аналогичных вариантах с внесением ОИП. Полученные данные объясняются влиянием известкования на растворимость свинца.

*Кобальт.* Внесение ОСВ увеличивает долю Co в остаточной фракции, особенно это четко заметно при внесении Кека, где его содержание больше на 11,8-19% по сравнению с контролем. Однако, чем выше доза внесения Кека, тем меньше содержание Co в компонентах остаточной фракции. Вторая по степени концентрации Co фракция, связанная с аморфными оксидами и гидроксидами Fe и Mn, 13,1 – 23,3 %.

Подвижность Co в динамике, через год после внесения ОСВ, показала, что происходит увеличение доли Co в органической и Fe – Mn фракции, за счет разложения геохимически инертной формы.

В табл. 1. приведены усредненные данные по содержанию суммы подвижных форм ТМ в % от валового содержания.

Таблица 1.

**Содержание суммы подвижных форм ТМ, в % от валового содержания**

| *Варианты* | *Время отбора проб после внесения* | *Cu* | *Zn* | *Co* | *Pb* |
|---|---|---|---|---|---|
| Контроль | через 100 дней | 15,5 | 47,5 | 37,1 | 37,8 |
| Контроль | через год | 23,6 | 51,2 | 32,1 | 26,6 |
| Почва+ОИП | через 100 дней | 16,9 | 52,8 | 33,5 | 27,2 |
| Почва+ОИП | через год | 34,5 | 61,1 | 46,9 | 27,6 |
| Почва+Кек | через 100 дней | 18,7 | 55,5 | 21,3 | 28,0 |
| Почва+Кек | через год | 35,6 | 61,1 | 23,6 | 23,7 |

На основании полученных данных можно сделать вывод, что, внесение ОСВ повышает уровень суммы подвижных форм ТМ, однако значительная часть ТМ при внесении ОСВ удерживается в остаточной фракции.

## ESTIMATION OF THE ECOLOGICAL CONDITION OF BROWN WOOD SOIL AT ANTHROPOGENOUS INFLUENCE

Kulik E.N., Radomskaya V. I.
Institute of Geology and Natural Management FEB RAS
Russia, Amur region, Blagoveschensk, Relochny str., 1

In samples of brown wood soil with different doses of entering of a deposit of sewage it is spent consecutive экстракция heavy metals from one навески. Following forms of connections of the metals, passing in a water extract have been received; unsteadily specifically various soil components; connected with and iron and manganese; connected with organic substance and sulphides and the inert form - in which metals are fixed in a crystal lattice of minerals. It is established, the great bulk of the studied heavy metals is in residual fraction.

Keywords: deposits of sewage, heavy metals, recycling.

# АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОСИСТЕМ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Бузмаков С.А. **Концепция антропогенной трансформации экосистем для решения задач по восстановлению и сохранению природной среды.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Обобщаются результаты полевых обследований территории: нефтяных месторождений, природного наследия, города; экспериментов по моделированию антропогенного воздействия на растения, микроорганизмы. Предлагаются теоретические представления позволяющие выполнять оценку и прогноз состояния экосистем. Разработаны направления деятельности по охране природы. Рекомендуется создание природного парка в Пермском крае.

Results of field inspections of territory are generalized: oil deposits, a natural heritage, a city; experiments on modeling of anthropogenous influence on plants, microorganisms. Theoretical representations which allow carrying out to estimate and to forecast a condition of ecosystems are suggested. Lines of activity on wildlife management are developed. Creation of natural park in the Perm region is recommended.

Алексеенко В.А. **Эколого-геохимические аспекты антропогенной трансформации природной среды (теория и практика).** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Эколого-геохимические последствия антропогенной трансформации природной среды охватили всю биосферу и характеризуют начальный период формирования ноосферы. Использование ряда новых показателей и учет законов развития изменений дает достоверный материал для дальнейших работ и планирования устойчивого развития. Приводятся конкретные данные.

Ekologo-geochemical consequences of anthropogenous transformation of an environment have captured all biosphere and characterise an initial stage of formation of a noosphere. Use of some new indicators and the account of laws of development of changes gives an authentic material for the further works and sustainable development planning.

Артамонова В.С. **Техногенное засоление почв и проблемы их биогенности.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Статья посвящена анализу проблем биогенности техногенно засоленных почв, определению приоритетов в почвенных исследованиях урбанизированных территорий Западной Сибири.

The work is devoted to the estimation of problems of biogenous of technogenically polluted soils, determined of trend soil investigations in West Siberia

Воронов Г.А. **Видовое разнообразие позвоночных животных Пермского края.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

В сообщении рассматривается видовое разнообразие позвоночных Пермского

края. Приводятся сведения о фаунистических элементах, обилии, значении для человека и роли в жизни природы позвоночных (на примере млекопитающих).

In the message a specific variety vertebral the Perm region is considered. Data on faunistic elements, an abundance, value for the person and a role in life of the nature vertebral (on an example of mammals) are resulted.

Ильминских Н.Г. **Динамика фитобиоразнообразия урбанизированных ландшафтов (хронологический, пространственный, экотопологический аспекты).** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

На основе урбанофлор Вятско-Камского междуречья впервые установлены общие закономерности урбанофлорогенеза и показаны особенности городских флор.

Based urbanofloras Vyatka-Kama interfluve first established general regularities urbanoflorogenezis and displaying features of urban flora.

Овеснов С.А., Ефимик Е.Г. **Современное состояние биоразнообразия растений в Пермском крае и его динамика под воздействием антропогенных факторов.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Рассмотрен уровень видового биоразнообразия растений (моховидные, плауновидные, хвощевидные, папоротниковидные, голосеменные и покрытосеменные) и изменения в его видовом составе, произошедшие в XX в. на территории Пермского края под воздействием антропогенных факторов.

We consider the level of species biodiversity of plants (mosses, lycopsids, hvoschevidnye, Fern, gymnosperms and angiosperms) and changes in species composition that occurred in the twentieth century in Perm region under the influence of anthropogenic factors.

Тараканов И.Г. **Экологическая физиология растений как теоретическая основа средоулучшающих фитотехнологий.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Результаты исследований по экологической физиологии растений-представителей спонтанной и культурной флоры лежат в основе разработки современных наукоемких средоулучшающих фитотехнологий, способствующих экологической стабилизации и улучшению окружающей среды в городской и сельской местности, производству экологически безопасной сельскохозяйственной продукции и, в конечном счете, устойчивому развитию.

Studies on the environmental physiology of both wild and cultivated plants are used for the development of the modern hi-tech approaches to the environment improvement. The latter provide ecological stabilization and environment conditions amelioration in urban and rural territories, ecologically friendly agricultural production, and sustainable development.

Liste, H.-H. **Rhizosphere bacteria community and petrol hydrocarbon (phc) biodegradation in soil planted to field crops.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

A greenhouse pot experiment was conducted for investigating the capability of a grass (annual ryegrass), a legume (summer vetch), and a crucifer (white mustard) to grow in a soil from a former coal gasification site and promote the biodegradation of petrol hydrocarbons (PHCs). Mustard and vetch elicited the greatest degradative root activities and sustained particularly great populations of rhizosphere bacteria that are known hydrocarbon degraders. None of the crops aided the biodegradation of TPAHs in soil.

В целях исследования способности ряда зерновых, бобовых и крестоцветных культур произрастать и способствовать разложению углеводородов в почве, загрязненной углеводродами, проведен эксперимент по выращиванию культур в оранжерейных условиях в горшках с загрязненной почвой. Горчица и вика посевная способствовали наиболее интенсивной деградации углеводородов, а также показали самое большое количество бактерий в ризосфере. Ни одна из зерновых культур не способствовала распаду углеводородов в почве.

## АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОСИСТЕМ

Абдуллаев И.Х. **Влияние строительства и функционирование крупных горных водохранилищ на ландшафты и устойчивость экосистем.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Статья посвящена вопросам влияния строительства и функционирования крупных горных водохранилищ на ландшафты и устойчивость экосистем. Рассматриваются возможности использования горных водохранилищ в рекреационных целях.

The results at present article contents there are described. Influence of construction and big mountain water reservoir’s functioning no the landscape’s and ecosystems exchanges

Азарёнок Т.Н., Цытрон Г.С., Шибут Л.И. **Пространственно-временная трансформация почвенного покрова пахотных земель Белорусского Полесья.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

На основании сопоставления предварительно систематизированных разновременных данных I и III туров крупномасштабного почвенного картографирования пахотных земель Белорусского Полесья показана антропогенная трансформация их почвенного покрова.

The results of human-induced transformation of soil cover component of Belorussian Poles'e on the based on comparative analysis of systemized data I and III tours large-scale soil mapping are presented.

Артамонова В.С., Булгакова В.В., Худяев С.А. **Микробиологическая характеристика редких почв в горах Алтая.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Впервые приводятся данные о содержании жизнеспособных микроорганизмов и подвижных химических элементов в горных почвах под зарослями жимолости алтайской. Показано влияние почвы, тектонической активности на концентрацию питательных элементов и микроорганизмы, участвующие в минерализации растительных остатков, иммобилизации минерального и атмосферного азота.

The data on content of mobile chemical elements and viable microorganisms in natural habitats of *Lonicera altaica* for the first time are presented. The influence of soil type, tectonic activity on concentration nutrient elements and microorganisms, which take part in mineralization of plants and immobilization of mineral nitrogen and atmospheric nitrogen, are shown.

Артемьева А.А. **Влияние нефтедобывающей промышленности на медико-экологическую обстановку в Удмуртии.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Проведен территориальный анализ нефтедобычи в разрезе административных районов Удмуртской Республики. Выделена группа районов с интенсивным развитием нефтяной промышленности. Проведен анализ влияния динамики добычи нефти на экологическую обстановку и социально-экономические показатели жизни населения Удмуртской Республики. Проведена оценка влияния нефтедобычи на здоровье населения через загрязнение окружающей среды и изменения социально-экономических показателей жизни населения на уровне нефтедобывающих районов и отдельных населенных пунктов Удмуртии.

The organized territorial analysis of the mining of oil in cut administrative region of the Udmurt Republic. The chosenned group region with intensive development of oil industry. The organized analysis of the influence mining of oil on ecological situation and social-economic factors to life of the population of the Udmurt Republic. The organized estimation influence mining of oil on health of the population through contamination surrounding ambiences and change social-economic factors to life of the population at a rate of region, in which is developed mining of oil, and separate populated points of the Udmurt Republic.

Аулова А.В. **К вопросу об антропогенных изменениях флоры юго-западной части Предкавказья.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Во флоре юго-западной части Предкавказья выделено 372 сорных вида, из них 38 являются адвентивными.

The flora of south-western part of Ciscaucasia allocated 372 weed species, of which 38 are adventitious.

Афонина Е.Ю. **Развитие зоопланктона в экстремальных экологических условиях среды (на примере Харанорского водохранилища-охладителя.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Планктонная фауна Харанорского водохранилища-охладителя, расположенного в аридной зоне Восточного Забайкалья, характеризуется высоким видовым разнообразием. По эколого-географической характеристике видового состава преобладают широко распространенные эвритопные фильтраторы и вертикаторы. Многолетняя динамика зоопланктона выражена в снижении видового разнообразия, сокращении экологических групп, упрощении видовой структуры.

The planktonic fauna of the Charanorskoye reservoir-cooler located in droughty zone of East Transbaikalia, is characterized by a high species diversity. The widely eurytopic filtration organisms prevails under the ecological and geographical characteristic. Long-term dynamics of zooplankton is expressed in decrease of species diversity, reduction of ecological groups, simplification of species structure.

Бактыбаева З.Б., Губайдуллин И.Т., Суюндуков Я.Т. **Накопление тяжелых металлов макрофитами р. Таналык (Республика Башкортостан).** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

В статье приведены результаты исследований по накоплению тяжелых металлов (ТМ) макрофитами р.Таналык в зоне влияния горнорудного объекта.

Results of accumulation of heavy metals in the macrophyts of the Tanalyk rivers in a zone of mining objects influence are presented.

Баранова Е.В., Илюшкина Л.Н., Полякова А.В. **Изменение ферментативной активности почв в условиях города.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Изучена ферментативная активность почв урболандшафтов двух городов: Ростова-на-Дону и Азова. Показано, что почвы в условиях сильного антропогенного воздействия характеризуются низкой ферментативной активностью. Данные ферментативной активности могут быть использованы в диагностике и в мониторинговых исследованиях почв.

Enzymatic activity of the soil of two cities: Rostov-on-Don and Azov, has been studied. It has been shown that under strong antropogenic influence the enzymatic activity of soils is low. The data on enzymatic activity may be helpful for soil diagnostics and for soil monitoring purposes.

Баскакова Е.А., Савватеева О.А. **Устойчивость хвойных пород деревьев в условиях антропогенного воздействия.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Загрязняющие вещества в окружающей среде оказывают сильнейшее

антропогенное воздействие на фитоценозы. Устойчивость растений к загрязнению атмосферного воздуха различна. В летние полевые периоды 2008 – 2009 гг. на территории г. Дубны Московской области проведены исследования экологического состояния города по хвойным породам деревьев, в частности по сосне обыкновенной (Pinus sylvestris L.). В статье приведены результаты данного исследования.

Contaminants in environment are powerful human impact on phytocenosis. Plant's stability to air pollution is varied. In summer field periods 2008-2009 on the territory of the town of Dubna, Moscow Region, research of ecological condition of town by conifer-based bioindication, at Pinus sylvestris L. in particular, are done. In the article results of this research are considered.

Бокова Т.И. **Детоксикация антропогенных загрязнителей в системе растение (корм) – животное.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

В работе приведена систематизация многолетних исследований о различных детоксикантах антропогенных загрязнителей в организме животных.

The systematization of longstanding investigation of different detoxicants of antropogenic pollutants in animal body.

Буторин А.А., Кладовщикова М.Е. **Российские территории всемирного природного наследия – важный инструмент формирования экологического сознания и экологической культуры.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Российские объекты Всемирного природного наследия – бесценный «стратегический природный резерв», нуждающийся в охране и всесторонней поддержке еще и потому, что, являясь добровольным уникальным вкладом в общую «копилку человечества», положительно влияет на имидж России.

Russian World Natural Heritage properties are invaluable "strategic natural backup" helpless in conservation and all-round support else for its positive effect on Russian image in view of being voluntary unique contribution in public "humanity piggy bank".

Виноградова С.А. **Антропогенная трансформация геологической среды «Камской долины».** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Территория жилого района «Камская долина» отличается выгодным экономическим положением, но обладает сложными природными, инженерно-геологическими и геотехническими условиями. Антропогенное воздействие (интенсивные торфоразработки, намыв песчано-гравийной смеси из русла р. Камы, создание Воткинского водохранилища и Камской ГЭС, достаточно хаотичная застройка и др.) значительно сказалось на инженерно-геологических условиях территории.

Residential area territory the «Kamsky valley» differs a favourable economic situation, but possesses difficult natural, engineering-geological and geotechnical conditions. The technical influence (intensive peatery, an alluvium peschano-gravijnoj mixes from a river Kama channel, creation of the Votkinsk water basin and Kamsky hydroelectric power station and etc.) has considerably affected on engineering-geological conditions of territory. Building of residential buildings in such conditions without engineering protection is forbidden.

Влацкий В.В. **Моделирование речного стока с использованием параллельного программирования.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Дано описание теоретических основ моделирования речного стока. Поясняется математическая модель движения жидкости, правила задания граничных и начальных условий, описание технологии параллельного программирования, использованной для данной задачи.

The description of theoretical bases of modeling of a river drain is given. The mathematical model of movement of a liquid, a rule of the task boundary and entry conditions, the description of technology of the parallel programming used for the given problem is explained.

Волков И.А. **Берег приледникового озера в Академгородке г. Новосибирска (краткое сообщение).** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Охарактеризованы геологические образования приледникового древнего озёрного (Мансийского) бассейна в пределах Академгородка г. Новосибирска.

Geological formations near glacial ancient lake (Mansijsky) pool within Academgorodok of Novosibirsk are characterized.

Гаврицкова Н.Н., Гордеева Т.Х. **Связь биоразнообразия и структуры ксилотрофных макромицетов с параметрами деградации фитоценозов.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

На основе исследований грибных дереворазрушающих комплексов рекреационных лесов изучено видовое разнообразие и структура ксилотрофныой микобиоты в насаждениях с различной степенью деградации, выявлена индикаторная роль грибного комплекса дендротрофной группы для оценки состояния фитоценозов.

Based on the studies of fungal wood-attacking complexes of recreational forests, species diversity and the structure of xylotrophic mycobiota in plantations with varying degrees of degradation were studied; indicator role of fungal complex of dendrotrophic group was identified to assess phytocoenosis.

Гагарская (Игнатова) Н.К., Чернова Е.Н. **Трансформация компонентов**

**техногенной экосистемы (древесной растительности и мелких млекопитающих) в связи с уменьшением аэрального потока тяжелых металлов.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

В статье рассматривается трансформация компонентов техногенной экосистемы (уменьшение концентрации тяжелых металлов в листьях древесных растений и улучшение состояния здоровья мелких млекопитающих) в связи с уменьшением аэрального потока поллютантов.

The article is about the transformation of impact ecosystem components (decrease of heavy metals concentration in leaves of trees and improving health of the small mammals) as a result of pollutants overhead flow decrease.

Гаев А.Я., Гацков В.Г., Панкратьев П.В., Алферов И.Н., Балабанова Ю.М., Пампушка А.М., Рахимов А.И. **К оценке экологического состояния нефтегазоносных районов.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Предложена методика и выполнена оценка геоэкологической ситуации нефтегазовых объектов территории Урала и Приуралья. Использованы качественные и количественные методы оценки, позволяющие осуществить комплексный геоэкологический анализ территории с целью разработки мероприятий по их экологической стабилизации.

According to the method proposed geoecological condition of oil and gas production facilities situated in Ural Region and Transurals region was assessed. Different quantitative and qualitative assessment methods were used to provide integrated geoecological analysis of the territory, the results of which will be used to work out a plan of ecological normalization actions.

Гаев А.Я., Килин Ю.А., Балабанова Ю.М., Алферов И.Н., Коземчук М.П. **О применении дистанционных методов при геоэкологических исследованиях.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

С 80-х гг. XX в. при изучении состояния экосистем в комплексе с наземными методами широко применяются дистанционные технологии. Используются многоцелевые авиазонды, оснащенные аппаратурой в тепловом, инфракрасном, оптическом, рентгеновском и радиоволновом диапазонах. Спутники и зондировщики оснащены оборудованием, позволяющим получать цветосинтезированные карты на топооснове почти любого масштаба. При этом выявляются положительные неотектонические поднятия, техногенные формы рельефа, экзогенные процессы, глубины овражных врезов, карстовые котловины и воронки, фиксируются участки передвижению русел рек и ручьев, участки больного и погибающего леса.

Since the 80's of the 20$^{th}$ century remote sensing methods along with surface technologies were used to study ecological systems' condition. There are used multipurpose air probes equipped with different sensing devices: thermal, infra-red, optical, x-rays and radio waves. On satellites and probes special equipment was installed to get colour synthesized maps based on topological maps of different scales. As the result there are discovered positive

neotectonic uplifts, technogenic landscapes, exogenous processes, clough depths, karst cavities and craters, as well as areas of brook and river beds movement and damaged and dying forests.

Головина Е.Ю. **Накопление некоторых антиоксидантов в листьях чины приморской и колосняка песчаного Куршской и Балтийской кос.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Исследована динамика накопления аскорбиновой, дегидроаскорбиновой, дикетогулоновой кислот, рутина, антоцианов в листьях колосняка песчаного и чины приморской Куршской и Балтийской кос в процессе онтогенетического развития и в зависимости от условий произрастания.

Dynamics of ascorbic acid, dehydroascorbic acid, diketohylonic acid, rutin and anthocyanin accumulation process in sand grate leaves Leymus arenarius (L) Hochst and Lathyrus maritimus Bigel of Curonian and Baltic spits in ontogenetic development (maturity) process in dependence with vegetation conditions were studied.

Горяинова И.Н., Леонова Н.Б., Феодоритов В.М. **Особенности восстановления лесов на вырубках и брошенных сельскохозяйственных землях средней тайги европейской России.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Рассмотрены особенности формирования лесных сообществ на месте вырубок и брошенных сельскохозяйственных угодий в среднетаежных ландшафтах Архангельской области. Выявлены различия в скорости формирования и в характере древесного и травяного яруса в лесных сообществах в разных ландшафтных условиях.

The paper concerned peculiarities of forming forests at the place of former agricultural lands and cuttings in middle-taiga landscapes of Arkhangelsk oblast. The differences in the intensity of demutation processes are detected in different landscapes.

Горлачева Е.П., Афонин А.В. **Оценка воздействия строительства мостовых переходов на ихтиофауну водотоков Забайкальского края.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

В работе дана краткая характеристика водотоков и мостовых переходов, а также дается оценка негативного воздействия на ихтиофауну, в разные периоды строительства мостовых переходов

The summary. In work the brief characteristic of water-currents and bridge transitions are given, and also the estimation of negative influence on ichthyofauna, during the different periods of bridge transitions construction is given

Гуков А.Ю., Арсентьева И.С., Карлова М.В. **Влияние грунтовых дорог на природные комплексы тундры.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Развитие дорожной сети в окрестностях северных городов и поселков Якутии

приводит к коренному преобразованию местообитаний животных и растений. Помимо прямого уничтожения части биотопов, происходит и длительное, негативное воздействие на примыкающие к дорогам природные растительные комплексы. Наиболее устойчивым к загрязнению атмосферного воздуха растением является крестовник якутский, который наиболее часто встречается на обочинах дороги. То же касается калужницы, дриады, одуванчика, овсяницы и мятлика. Выхлопные газы и ядовитый бенз(а)пирен оказывают угнетающее воздействие на многие растения вблизи трассы, в результате чего растения погибают.

The Development of road network in vicinity north city and village of Yakutia brings about scolded transformation of animal and plant biotops, aside from direct partial biotops destruction, occurs and long, negative influence on verging to road natural vegetable complexes. The most firm to soiling the atmospheric air by plant is Senecio jakutica, which most often meets on curb of the road. Ditto concerns the marsh marigolds, dryads, dandelion, fescue and meadow grass. Exhaust gases and poisonous benzopyrene render the oppressing influence on many plants near routes and they perish.

Двуреченский В.Г. **Использование физико-химических методов для генетической диагностики процессов почвообразования в эмбриоземах техногенных ландшафтов лесостепной зоны Кузбасса.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Исследование эмбриоземов техногенных ландшафтов лесостепной зоны Кузбасса, а также зональных почв позволило выявить их генетические различия, которые рассматриваются как диагностический показатель характера, интенсивности и направленности почвенных процессов и эволюции ландшафтов.

Research of embryozems of the technogenic landscapes of a forest-steppe zone of the Kuznetsk Basin and zone soils allowed revealing the genetic distinctions which are essential. In turn, this is considered as the diagnostic parameter of the character, intensity and orientation of soil processes and evolution of the landscapes.

Демиденко С.А. **Встречаемость пороков в производных березовых насаждениях Архангельской области.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

В статье приведены результаты изучения распространения пороков формы ствола в производных березовых древостоях Архангельской области. Полученные данные представлены в виде таблицы с распределением по районам и типам леса. Необходимо отметить, что влияние экологических факторов впервые учитывается при проведении подобных исследований.

The article states the results of studying the influence of ecological factors on distribution of defects form of trunk at birch forest stands at the northern subzone of taiga in Arkhangelsk area. Finding data was presented in table with distribution by different district and forest types. It is necessary to note, that influence of ecological factors is considered for

the first time at carrying out of similar researches.

Демидов А.Л., Кульбеда Н.А., Чубис Ю.Н. **Загрязнение почвенного покрова в условиях сельскохозяйственого использования (по материалам оценочных исследований состояния природной среды территорий планируемой хозяйственной деятельности).** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Отмечен рост нагрузки на окружающую природную среду Республики Беларусь в условиях сельскохозяйственного производства. На основе результатов почвенно-геохимической съемки территорий планируемого строительства и зоны воздействия эксплуатируемых животноводческих объектов проанализировано существующее загрязнение почвенного покрова и определены возможные его изменения.

Load increment on Republic of Belarus environment in conditions of agricultural industry was established. Existing pollution of topsoil was analyzed and probable change of its state was determined under results of soil-geochemical survey of the area of planned building and influence zone of exploited stockbreeding complexes.

Джугарян О.А. **Накопление микроэлементов в древесных растениях в зоне действия цементных заводов Армении.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Аккумулятивная способность древесно-кустарниковых растений к накоплению цементной пыли послужила основой для разработки фитофильтра в зоне техногенеза цементных заводов в гг.Раздане и Арарате Армении.

The capacity of woody and shrubby plants to accumulate cement dust triggered the development of phytofilters for the areas affected by cement factories in Hrazdan and Ararat (Armenia).

Донских В.А. **Биогеохимические особенности камовых ландшафтов Ленинградской и Псковской областей.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

В статье дается оценка содержания химических элементов в почвах и доминантах древесного, травяно-кустарничкового и мохового-лишайникового ярусов растительных сообществ камового рельефа в пределах Ленинградской и Псковской областей. Выявлены биогеохимические особенности камовых ландшафтов на исследуемой территории.

The paper assesses the content of chemical elements in soils and dominants wood, grass-shrub and moss-lichen layers of plant communities kame landscapes within the Leningrad and Pskov regions. Revealed biogeochemical characteristics kame landscapes on the study area.

Дубинский А.Ю., Попель С.И. **Модель падающей заряженной пылевой частицы в мезосфере как центра конденсации водяных паров.** В сб.: Антропогенная

трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Производится расчет динамики падения заряженной частицы с высот от 90 до 75 км. Моделируется взаимодействие пылевой частицы с ионами и нейтральными молекулами, приводящее к зарядке частицы, а также к конденсации воды на ее поверхности или испарению. Условия испарения/конденсации воды описываются с помощью формул, учитывающих размер частицы, ее заряд, а также дипольную природу молекул водяных паров. Расчет показывает, что в процессе падения радиус частицы может сильно изменяться, нарастая в верхней и средней части мезосферы и уменьшаясь в ее нижних слоях. Этот эффект может значительно влиять на время пролета пылевых частиц через мезосферу и распределение частиц по размерам на разных ее высотах

The dynamics of charged dust particle sedimentation at the altitudes of 90 to 75 km is calculated. The interaction of dust particle with ions and neutral molecules is taken into account which results in the dust particle charging and water condensation/sublimation on its surface. The conditions of the condensation/sublimation are described with the aid of the expressions which take into account the size of particle, its charge, and the dipole structure of water molecules.

Дубовской А.Н., Перник Л.М., Попель С.И. **Распределение нано- и микромасштабных частиц в атмосферных коричневых облаках.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Проведено исследование свойств нано- и микромасштабных пылевых частиц, составляющих атмосферные коричневые облака, в широком диапазоне размеров от 60 нм до 700 мкм. Сбор данных для анализа проводился в Киргизии на Лидарной станции Теплоключенка (расположена на высоте свыше 2000 м над уровнем моря в Центральном Тянь-Шане, в юго-восточной части высокогорного озера Иссык-Куль) и научной станции Института физики Земли РАН (расположена в окрестностях Бишкека) в августе 2008 года. Исследование пылевых частиц осуществлялось на электронном микроскопе.

Properties of nano- and microscale dusty particles, that composing atmospheric brown clouds, with sizes from 60 nm up to 700 um were researched. Data were obtained in Kirgizistan at Lidar Station Teplokluchenka is located on a height over 2000 m above sea level and scientific station of Institute of physics of the Earth of RAS near Bishkek in August 2008. Investigation of dusty particles was carried out on electron microscope.

Дягилева А.Г. **Изменение степени устойчивости мерзлотных почв при антропогенном воздействии.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

В настоящей работе рассмотрено изменение степени устойчивости почв долины Туймаада при антропогенном воздействии по характеристикам сорбционной способности. Проведен анализ существующих критериев сорбционной способности почв: морфологической и физико-химических свойств. Определена степень изменения устойчивости почв в процентном соотношении.

Summary. In this paper considered the change the stability of soil of the valley Tuymaada under anthropogenic impact on the base characteristic of sorption capacity. Have been analyzed of existing criteria of the sorption capacity of soils: morphological, physic and chemical properties. Was identified the degree change of stability soils in percent ratio.

Жуйкова В.А., Жуйкова Т.В., Мелинг Э.В. **Изменение надземной фитомассы луговых сообществ при сочетанном действии химического загрязнения и погодно-климатических факторов.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Изучено изменение надземной фитомассы луговых сообществ фоновой и техногенно нарушенных территорий в разные вегетационные сезоны. Показано, что наиболее чувствительны к колебаниям погодно-климатических факторов сообщества фонового и слабо загрязненных участков. Устойчивость этих фитоценозов достигается за счет «сменно работающих» доминантов – представителей разнотравья. Наиболее устойчивым к загрязнению является Calamagrastis epigeios, стабильно доминирующий на загрязненных участках импактной зоны не зависимо от условий вегетационного сезона.

We examined the change in poium epiterranean phytomass at different stages of vegetation seasons in areas affected by industrial production and in background areas. It's been proved that more sensible to weather changes are poiums of background and soft-polluted areas. Stability of these plant communities is achieved through «changeable» dominants, i.e. representatives of miscellaneous herbs. The most resistant to pollution is Calamagrastis epigeios, stably dominating at polluted parts of impacted area regardless of vegetation season conditions.

Жуйкова Т.В. **Флуктуирующая асимметрия: реакция на химическое загрязнение при изменяющихся погодно-климатических факторах.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Изучено изменение величины флуктуирующей асимметрии листа *Betula pendula* в градиенте химического загрязнения почвы тяжелыми металлами при изменяющихся погодно-климатических факторах. Показано увеличение флуктуирующей асимметрии листа у растений загрязненных участков в неблагоприятные по погодно-климатическим условиям вегетационные сезоны.

The study deals with the value of fluctuating asymmetry of leaf *Betula pendula* along a gradient of heavy metal pollution of soil under changing climatic and weather factors. The increase of the value of fluctuating asymmetry is revealed in the polluted areas during vegetation periods characterized by adverse climatic and weather factors.

Завьялова Л.Г., Максимовских С.Ю. **Исследования лишайников санитарно-защитной зоны объекта уничтожения химического оружия Щучанского района Курганской области.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

В статье представлены результаты исследования видового состава лишайников санитарно-защитной зоны объекта по уничтожению химического оружия Щучанского района. Подобран спектр индикаторных видов для биомониторинга.

The summary: In article results of investigation of specific structure lichens of a sanitary-protective zone of the chemical weapon destruction object in the Shchuchansky district are presented. A specter of indicator species lichens for biomonitoring is selected.

Зимовец А.А. **Некоторые особенности распределения тяжелых металлов в почвах севера европейской территории России (на примере почв Архангельской области).** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Представлены пространственное распределение и радиальная дифференциация концентраций тяжелых металлов в почвенном покрове. Содержание большинства металлов в различных типах почв не превысило нормативных показателей и находилось на уровне фоновых значений или незначительно превышало его.

Spatial distribution and radial differentiation of heavy metals concentrations in the soil cover are presented. The content of the majority of metals in various types of soils has not exceeded standard indicators and was at level of background values or slightly exceeded it.

Ибрагимова А.Х. **Данные по загрязнению атмосферы Республики Башкортостан.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Атмосфера Республики Башкортостан подвергаются интенсивному антропогенному воздействию. На территории республики расположены более 200 отраслей промышленности, автопарк насчитывает около 1226 тыс. единиц автомототранспортных средств. Установлено, что главным загрязнителем атмосферы является автотранспорт.

The atmosphere of the Republic of Bashkortostan are subjected to intensive anthropogenic impact. On the territory of the republic there are more than 200 industries, fleet numbers about 1,226 thousand units of motor vehicles. Established that the main atmospheric pollutant transport is.

Иващенко Н.Г, Алексеенко А.В. **Эколого-геохимические особенности трансформации почв некоторых селитебных ландшафтов Краснодарского края под влиянием городского транспорта.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Формирование городов в условиях юга Европейской части России приводит к увеличению содержаний в почвах: Li, Co – в 1,5 раза; Ba, Cu – в 2,5-3 раза, Zn – в 3,3 раза, а Pb – в3.5 раза. С увеличением транспортной нагрузки в уже существующих городах в почвах возрастает содержание химических элементов. По величинам ПАН они располагаются в следующем порядке: (в скобках величина ПАН в т/км$^2$): Ti (969,2) > Ba (288,0) > Sr (202,8) > Mn (107,8) > Co (13,8) > Ag (0,035). При этом существенно возрастает неравномерность их распределения. Связь неравномерности

распределения элементов в почве и возрастанием транспортной нагрузки не установлена. Эколого-геохимическая трансформация природной среды прослежена на расстояние до десяти км от г. Краснодара.

Formation of cities in the south of European part of Russia leads to increase in the contents of soils: Li,Co-in 1,5 times; Ba, Cu-in 2,5-3 times ,Zn in 3,3 times and Pb – in 3,5 times. With the increase in traffic load in the existing cities the connect of chemical elements increases in the soils. By PAN values they are located in the following order: (in brackets the value of PAN t/km$^2$): Ti (969,2) > Ba (288,0) > Sr (202,8) > Mn (107,8) > Cr (13,8))> Ag (0,035). Thus the unevenness of their distribution significantly increases. The connection in the uneven distribution of elements in the soil and increase of the transport load is not installed. The environmental and geochemical transformation of the natural environment has been traced up to a distance of ten kilometers from the city of Krasnodar.

Извекова Ю.Н., Попель С.И. **Вихревые процессы с участием мелкодисперсных частиц в атмосфере земли и их экологические проявления.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

В данной работе обсуждаются экологические проблемы, связанные с переносом мелкодисперсных частиц в атмосфере, и рассматривается один из механизмов переноса частиц, объясняющий попадание частиц мелкодисперсной фазы из тропосферы на стратосферные высоты. Обсуждается проблема атмосферных коричневых облаков в контексте переноса пылевых частиц с участием вихревых процессов.

Ecological problems connected with transport of fine particles in the atmosphere are discussed. One of the mechanisms of particle transport from troposphere to stratosphere is considered. The Atmospheric Brown Clouds problem is discussed in the context of transport of dust particles by vortex motions.

Ильин В.Н., Никонорова И.В. **Антропогенизация ландшафтов Чувашии.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

В статье рассмотрены показатели антропогенных нагрузок на географические ландшафты региона по 3 основным факторам: промышленности, демографического давления и сельского хозяйства. Для каждого из выделенных компонентов определены ведущие и второстепенные факторы, на основании которых проведена интегральная оценка состояния природной среды по административным районам Чувашской Республики.

Indicators of anthropogenous loadings on geographical landscapes of region on 3 major factors are considered: the industries, demographic pressure and agriculture. For each of the allocated components leading and minor factors are defined. On this factors based the integrated estimation of a condition of environment on administrative areas of the Chuvash Republic is spent.

Казьмин С.П. **Гидротермический баланс земной поверхности и сток в Западной Сибири.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос.

ун-т. – Пермь, 2010.

Охарактеризованы главные особенности проявления учения о гидротермическом балансе в пределах Западной Сибири на протяжении последнего континентального оледенения и голоцена. Во время ледникового периода происходили временные перестройки плана долин и направления стока, но эти изменения не нарушали существенно общую эволюцию гидросети.

The main features of display of the doctrine about hydrothermal balance within Western Siberia throughout last continental freezing and Holocen are characterised. During a glacial age there were time reorganisations of the plan of valleys and a drain direction, but these changes did not break the essentially general evolution of a hydronetwork.

Казьмин С.П., Волков И.А. **Увлажнение семиаридной зоны Западной Сибири времени малой ледниковой эпохи.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Многолетние исследования авторов на юге Западной Сибири, связанные с геологическим картированием, позволяют обрисовать особенности функционирования гидросети этого региона. На основании литературных данных и личных наблюдений выделено временное увлажнение климата, связанное с похолоданием Малой ледниковой эпохи.

Long-term researches of authors in the south of Western Siberia, connected with geological shooting, allow to depict features of functioning of a hydronetwork of this region. On the basis of the literary data and personal observations the time humidifying of a climate connected with a cold snap of a Small glacial epoch is allocated.

Карапетян Л.А., Джугарян О.А., Варданян З.С., Унанян С.А. **Экологическая оценка содержания тяжелых металлов в почвах техногенных территорий Лорийской области.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Ухудшения городской среды городов Лорийской области связано с загрязнением, выбросами промышленных заводов в г. Алаверди, Ванадзор, Спитак. Накопление Pb, Cu, Zn в почвах зависит от их содержания в атмосфере и орошаемой воде.

The summary of Deterioration of the city environment of cities of Lori area Vanadzor, Spitak is connected with pollution by emissions of industrial factories in Alaverdi. Accumulation Pb, Cu, Zn in soils depends from their maintenance in atmosphere and irrigated water.

Керимова Э.Д. **Современное антропогенное воздействие на геосистемы грязевых вулканов и окружающих территорий.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Статья посвящена анализу современных экологических проблем естественных

ландшафтов Абшерон-Гобустанского региона Азербайджана, а также ландшафтов, созданных под влиянием грязевулканической деятельности.

The article is devoted to the analysis of modern ecological problems of natural landscapes of Absheron-Gobustan region of Azerbaijan and also the landscapes created under influence of mud volcanoes activity.

Кирсанов А.Д., Орлова Е.Е., Иванова А.В. **Изменение биологической активности дерново-подзолистой почвы при повторном загрязнении нефтью.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Состояние почвенной микробиоты при повторном нефтяном загрязнении оценивалось в лабораторном модельном эксперименте. Функциональное состояние микробоценоза вторично загрязненной почвы принципиально отличается от такового при первичном загрязнении. Показано, что почвенный микробоценоз адаптировался к нефтяному загрязнению.

The state of soilmicrobiota under secondary oil pollution was estimated in laboratory condition. It greatly differed from the same under single oil pollution. It was showed that soil microcenoses adapted for oil pollution.

Киселева В.В. **Влияние прошлого антропогенного воздействия на современный облик ландшафтов национального парка «Лосиный остров».** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Проанализирована история освоения территории национального парка «Лосиный остров», последствия хозяйственной деятельности для его ландшафтов в разные периоды, следы прошлой хозяйственной деятельности в современном ландшафте.

The history of land development on the territory of modern National Park Losiny Ostrov is analysed. The consequences of economical activity in different periods for natural complexes and its traces in modern landscapes are examined.

Колбин В.А. **Влияние лесных пожаров на сообщества птиц (на примере Вишерского, Комсомольского и Норского заповедников).** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

В статье проводится сравнительный анализ результатов многолетних (1985 – 2010 гг.) наблюдений за состоянием сообществ птиц в лесах Северного Урала и юга Дальнего Востока России, подвергавшихся регулярному или периодическому воздействию лесных пожаров.

The article presents a comparative analysis of long-term (1985 - 2010 he.) Observations of bird communities in forests of the northern Urals and the southern Far East of Russia, subjected to routine or periodic effects of forest fires. We give a brief description of the frequency, nature of occurrence and ecological effects of forest fires in the Amur region

and the northern Urals and its impact on populations of birds of large areas on the example of bird communities Norsky, Komsomolsk (Far East) and Visherskii (Northern Urals) Reserves.

Коняев И.С., Прокопенко И.В., Сулиманкина М.Г. **Миграции тяжелых металлов в зависимости от элементов рельефа.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Исследовали распределение тяжелых металлов по различным участкам рельефа берегов Куйбышевского водохранилища в г. Ульяновске (волжского косогора правобережья и долины левобережья). Обнаружено накопление в низинах правобережного склона всех ТМ, преимущественно подвижных форм Cd. В почвах более низкого пологого левобережного склона наблюдается слабая суммарная аккумуляция ТМ.

They explored the distribution of heavy metals according to the different part of heavy metals according to the different parts of the opposite banks of the Kuibyshev Sea in Ulyanovsk (Volga`s hill-side on the right bank and the valley of the left- bank). The accumulation of all heavy metals in low places of the right bank hill-side was discovered, mainly mobile forms of Cd. In the soils of lower gentle slope of the left bank one can see a weak summary of accumulation of heavy metals.

Коробова Л.Н., Карпова А.Д. **Трансформация микробного сообщества солонцов при длительном действии гипса и фитомелиоративных севооборотов.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

Показано, что фитомелиоративные севообороты и внесение гипса в длительном последействии улучшают биологические свойства солонцов. Возрастает доля агрономически полезных микроорганизмов, улучшается аэрация, активнее идет гумусообразование.

It is shown that phytomeliorative crop rotation and the introduction of gypsum in the long-term aftereffects improve the biological properties of saline soils. The share of agronomically beneficial microorganisms, improves aeration, is actively humus.

Костарев С.М. **Гидрогеохимический мониторинг в районах нефтедобычи: методология и результаты исследований.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

В работе рассмотрены принципы организации системы гидрогеохимического мониторинга на территории нефтяных месторождений. Показаны результаты функционирования систем гидромониторинга на нефтяных месторождениях Пермского края и особенности интерпретации с учетом горно-геологических условий региона.

In work principles of the organization system of hydrogeochemical monitoring in territory of oil deposits are considered. Results of functioning of systems of hydromonitoring on oil deposits of the Perm Territory and feature of interpretation taking into mining and geological conditions of region are shown.

Королева Т.В., Кречетов П.П., Неронов В.В., Черницова О.В. **Оценка состояния экосистем районов падения отделяющихся частей ракет-носителей.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

В статье на примере одного из районов падения первых ступеней ракет-носителей рассмотрены экологические последствия осуществления ракетно-космической деятельности. Дана оценка экологического состояния почв и растительности по результатам проведенных в районе падения эколого-геохимических исследований.

The paper deals with the discussion of ecological consequences of booster launches by the example of one of the impact zones of launch vehicles' first stages. Assessment of ecological state of soils and vegetation is given, as the result of ecological-geochemical investigations carried in the impact zone.

Ксенофонтова М.И., Пестрякова Л.А., Ушницкая Л.А., Соколова В.А., Трофимова Л.Н. **Интегральная оценка качества вод водохранилищ Нюрбинского горно-обогатительного комбината.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

В статье приведены результаты исследований качества вод водохранилищ, используемых для нужд Нюрбинского ГОКа. Дается интегральная оценка качества вод водохранилища на р. Лиендокит и Буферного водохранилища.

In article results of researches of quality of waters of the water basins used for needs Njurbinsky mountain-concentrating industrial complex are resulted. The integrated estimation of quality of waters of a water basin on the river of Liendokit and the Buffer water basin is given.

Кулик Е.Н., Радомская В.И. **Оценка экологического состояния бурой лесной почвы при антропогенном воздействии.** В сб.: Антропогенная трансформация природной среды. Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010.

В работе представлены результаты исследований антропогенного воздействия на подвижность тяжелых металлов в бурой лесной почве Амурской области. Внесение удобрений не оказывает существенного влияния на содержание подвижных форм меди, цинка, кобальта, свинца в пахотном слое почвы.

In samples of brown wood soil with different doses of entering of a deposit of sewage it is spent consecutive экстракция heavy metals from one навески. Following forms of connections of the metals, passing in a water extract have been received; unsteadily specifically various soil components; connected with and iron and manganese; connected with organic substance and sulphides and the inert form - in which metals are fixed in a crystal lattice of minerals. It is established, the great bulk of the studied heavy metals is in residual fraction.

## АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ


**А**

Абдуллаев И.Х. 101
Азарёнок Т.Н. 106
Алексеенко А.В. 315
Алексеенко В.А 20
Алферов И.Н. 193, 202
Арсентьева И.С. 233
Артамонова В.С. 34, 113
Артемьева А.А. 121
Аулова А.В. 126
Афонин А.В 226
Афонина Е.Ю. 133

**Б**

Бактыбаева З.Б 139
Балабанова Ю.М. 193, 202
Баранова Е.В. 144
Баскакова Е.А. 149
Бокова Т.И 153
Бузмаков С.А 12
Булгакова В.В 113
Буторин А.А.. 159

**В**

Варданян З.С. 351
Виноградова С.А. 166
Влацкий В.В. 171
Волков И.А. 177, 344
Воронов Г.А. 41

**Г**

Гаврицкова Н.Н. 180
Гагарская (Игнатова) Н.К. 186
Гаев А.Я. 193, 202
Гацков В.Г. 193
Головина Е.Ю. 210
Гордеева Т.Х. 180
Горлачева Е.П. 226
Горяинова И.Н. 218
Губайдуллин И.Т. 139
Гуков А.Ю. 233

**Д**

Двуреченский В.Г. 240
Демиденко С.А. 248
Демидов А.Л 253
Джугарян О.А. 258, 351
Донских В.А. 263
Дубинский А.Ю. 270
Дубовской А.Н. 276
Дягилева А.Г. 282

**Е**

Ефимик Е.Г. 76

**Ж**

Жуйкова В.А. 287
Жуйкова Т.В. 287, 293

**З**
Завьялова Л.Г 299
Зимовец А.А. 303
**И**
Ибрагимова А.Х. 309
Иванова А.В. 364
Иващенко Н.Г, 315
Извекова Ю.Н., 321
Ильин В.Н. 328
Ильминских Н.Г. 60
Илюшкина Л.Н 144
**К**
Казьмин С.П. 337, 344
Карапетян Л.А. 351
Карлова М.В. 233
Карпова А.Д. 386
Керимова Э.Д. 359
Килин Ю.А. 202
Кирсанов А.Д 364
Киселева В.В. 367
Кладовщикова М.Е. 159
Коземчук М.П. 202
Колбин В.А. 374
Коняев И.С. 381
Коробова Л.Н. 386
Королева Т.В. 398
Костарев С.М. 392
Кречетов П.П. 398
Ксенофонтова М.И. 405
Кулик Е.Н. 412
Кульбеда Н.А 253
**Л**
Леонова Н.Б. 218
**М**
Максимовских С.Ю. 299
Мелинг Э.В. 287
**Н**
Неронов В.В 398
Никонорова И.В. 328
**О**
Овеснов С.А. 76
Орлова Е.Е. 364
**П**
Пампушка А.М. 193
Панкратьев П.В. 193
Перник Л.М. 276
Пестрякова Л.А 405
Полякова А.В. 144
Попель С.И. 270, 276, 321
Прокопенко И.В. 381
**Р**
Радомская В.И. 412
Рахимов А.И. 193
**С**
Савватеева О.А. 149
Соколова В.А. 405
Сулиманкина М.Г. 381
Суюндуков Я.Т. 139

**Т**

Тараканов И.Г. 81
Трофимова Г.Ю. 405

**У**

Унанян С.А. 351
Ушницкая Л.А. 405

**Ф**

Феодоритов В.М. 218

**Х**

Худяев С.А. 113

**Ц**

Цытрон Г.С. 106

**Ч**

Черницова О.В. 398
Чубис Ю.Н. 253

**Ш**

Шибут Л.И. 106

Liste, Н.-Н. 89

Научное издание

# АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Материалы международной конференции
ТОМ 1
(18 – 21 октября 2010 г.)

Издается в авторской редакции

Подписано в печать 27.09.2010. Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 15,35
Тираж 300 экз. Заказ №

Редакционно-издательский отдел Пермского государственного университета
614990. г. Пермь, ул. Букирева, 15
Изд-во «»

адрес