

Министерство промышленности и энергетики Саратовской  
области

Управление Федеральной службы по надзору в сфере  
природопользования по Саратовской области

**Саратовский государственный технический университет**

Государственный научно-исследовательский институт  
промышленной экологии

Научно-исследовательский институт технологий органической,  
неорганической химии и биотехнологий

# **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ**

**Сборник научных трудов**

Под редакцией профессора Е.И. Тихомировой

Часть 1

**Саратов 2011**

Сборник научных трудов составлен на основе материалов 5-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Экологические проблемы промышленных городов», которая проводилась на базе СГТУ при финансовой поддержке ФГУ «ГосНИИПЭ» и НИИ ТОНХиБТ г. Саратова в 2011 году.

В сборнике представлены работы, в которых рассматриваются следующие вопросы: методология экологического мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды; экологические, экономические и социальные проблемы загрязнения окружающей среды; оценки риска в экологической сфере деятельности; экономические механизмы в экологическом управлении; экологический контроль производственной среды; методы экологической реабилитации различных сред; разработка экологически безопасных технологий и техники; методология подготовки специалистов-экологов в высших учебных заведениях.

Предназначается для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов, специализирующихся в области экологии.

Редакционная коллегия:

доктор биологических наук, профессор Е.И. Тихомирова (отв. редактор);  
доктор химических наук, профессор Т.И. Губина  
кандидат биологических наук, доцент О.В. Абросимова  
(зам. отв. редактора)  
Л.А. Серова (секретарь)

Одобрено  
редакционно-издательским советом  
Саратовского государственного технического университета

# СЕКЦИЯ 1

## МЕТОДОЛОГИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

М.Г. Аветисян, Р.Г. Реваян

Центр эколого-ноосферных исследований НАН РА, г. Ереван

### ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКАХ ГОРОДА ЕРЕВАН

Атмосферные осадки, являясь компонентом экосистемы и обладая биогеохимической активностью, способны переносить различные вещества в почву, растения и грунтовые воды [1]. Исследования химического состава атмосферных осадков в городских условиях представляют собой достаточно сложный процесс, формирующий их элементный состав, что определяется характером региональных процессов переноса воздушных масс, и ему свойственна контрастная сезонная смена циркуляции атмосферы с преобладанием в зимне-весенний период. Тяжелые металлы в составе атмосферных осадков представлены как растворимыми формами, так и в виде минеральных и органических взвесей, обуславливая тем самым различную миграционную способность металлов в экосистемах.

В период исследований наблюдалось увеличение концентраций химических веществ в осадках г. Еревана.

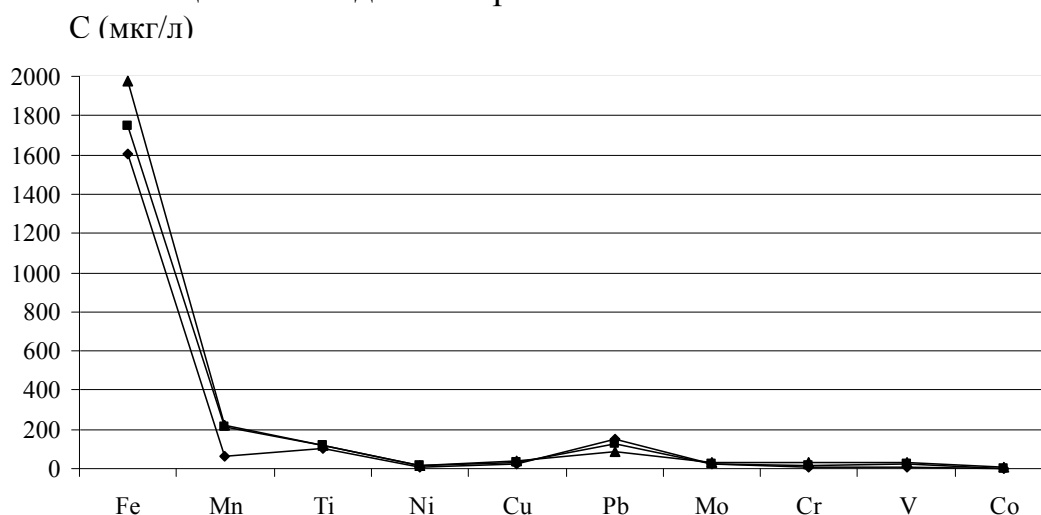


Рис. 1. Содержание тяжелых металлов в атмосферных осадках (мкг/л)

По результатам исследований (рис.1) в составе атмосферных осадков из тяжелых металлов преобладающим является железо, содержание которого по годам колебалось в пределах от 1608 до 1980 мкг/л; остальные

элементы, как показывает рисунок, по содержанию находятся в очень небольших количествах. Исходя из полученных результатов, можно констатировать, что по содержанию в атмосферных осадках ТМ образуют следующий нисходящий ряд: Fe>Mn>Pb>Ti>Cu>Mo>V>Cr>Ni>Co. Определение ТМ производили отдельно в жидкой фазе дождя и во взвеси. Отношение взвесь/жидкая фаза показывает, во сколько раз концентрация иона в пыли больше или меньше, чем в жидкой фазе (табл.1).

Таблица 1

Отношение тяжелых металлов во взвеси к жидкой фазе (взвесь/жидкая фаза)

Fe	Mn	Ti	Ni	Cu	Pb
12,4	0,2	1,2	0,2	0,1	1,2
16,7	1,1	1,7	0,3	1,2	2,8
17,1	1,2	2,0	0,5	1,3	3,5

Отношение взвесь/жидкая фаза показывает, что железо, титан и свинец преобладают во взвеси, т.е. в пылевых частицах. Исключением является никель, 2/3 поступлений которого приходится на растворимую форму. Большая часть меди и марганца преимущественно поступает в растворимых формах. По-видимому, это можно объяснить различным химическим и дисперсным составом выбросов промышленных предприятий. За годы наблюдений количество атмосферных отложений варьировало в пределах от 291,9 до 386,2 мг/л (рис.2).

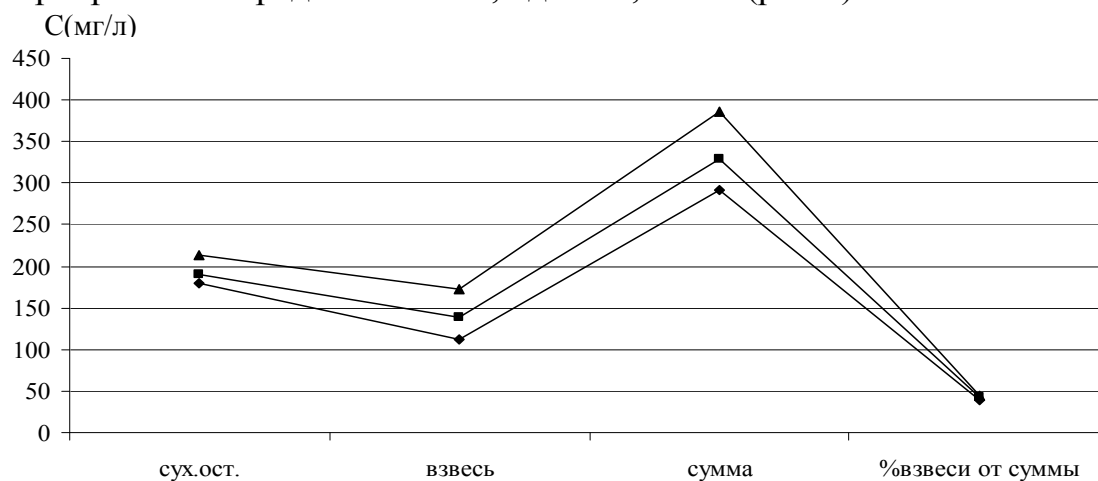


Рис. 2. Количество сухого остатка и взвеси в дождевых осадках г. Еревана (мг/л)

Эти изменения вызваны в основном увеличением антропогенного загрязнения по годам и высокой запыленностью воздуха.

С целью определения влияния атмосферных осадков на городскую среду и выявления приоритетных токсичных металлов нами рассчитаны величины их относительной токсичной массы. Экотоксикологическая характеристика атмосферных осадков выполнена по величине их

относительной токсичной массы в соответствии с методикой [2]. Относительная токсичная масса стока, содержащего  $n$   $i$ -х загрязняющих компонентов, определяется по формуле

$$m_n = \sum_{i=1}^n I_i V,$$

где  $I_i = I_0 C_i$  – относительная токсичность  $i$ -го компонента, присутствующего в стоке, в концентрации  $C_i$  и объемом  $V$ ;  $I_0 = 1/\text{ПДК}_i$  – индекс относительной токсичности  $i$ -го компонента при его предельно допустимой концентрации в водной среде. За единицу токсичной массы принята загрязненность водной среды объемом  $1 \text{ м}^3$ , содержащей  $1 \text{ кг}$  относительной токсичной массы при значении  $I_0 = 1$ . Анализы полученных результатов приведены в табл.2.

Таблица 2

Экотоксикологическая характеристика содержания тяжелых металлов  
в атмосферных осадках г. Еревана (мг/л)

Элемент	Ti	Cu	Pb	Zn	Mn	Cr	Сумма
ПДК (мг/л)	0,1	0,01	0,1	1,0	0,3	0,1	
$I_0$	10	100	10	1	3,3	10	
$C_i$ (мг/л)	1,1	4,492	0,75	94	0,413	0,67	
$I_i$	11,0	449,2	7,5	94	1,36	6,7	569,76

Примечание:  $C_i$  – концентрация металлов в мг/л,  $I_i$  – индекс относительной токсичности  $i$ -го компонента при ПДК,  $I_0 = 1/\text{ПДК}_i$

Рассчитанные показатели экотоксикологической характеристики атмосферных осадков показывают (табл.2), что приоритетными загрязнителями являются Cu и Zn, на долю которых приходится соответственно 79 и 17% относительно токсичной массы.

Таким образом, проведенные исследования показали, что в связи с антропогенным влиянием химический состав атмосферных осадков подвергается значительным изменениям, связанным с возрастанием концентрации тяжелых металлов, включающихся в миграционный поток веществ, изменениям отношения взвесь/жидкая фаза, вызванным тенденцией повышения количества атмосферных отложений. Из вышесказанного следует, что антропогенная нагрузка на городскую среду достигла такого уровня, когда отсутствие контроля за последствиями хозяйственной деятельности может привести к существенным изменениям состояния городской среды. Результаты исследований могут быть применены для прогнозирования экологической обстановки в городе.

## Литература

1. Аветисян М.Г., Реваян Р.Г. Миграция тяжелых металлов в системе почва-грунтовые воды на территории Ереванской ТЭС // Антропогенная трансформация природной среды: Всерос. сем. мол. уч. «Научные чтения памяти Н.Ф. Реймерса и Ф.Р. Штильмарка». Пермь, 2009. С.155-161.
2. Воробьев О.Г., Кириллов В.М. Методические рекомендации по расчету экономического эффекта от внедрения природоохранных мероприятий. – Л.: ЛенНИИГипрохим, 1985. 55с.

**Ю.Н. Агилова, Ю.С. Григорьев**

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

### **МЕТОД БИОТЕСТИРОВАНИЯ ТОКСИЧНОСТИ ВОД НА РАЧКАХ ЦЕРИОДАФНИЙ В УСЛОВИЯХ ВРАЩЕНИЯ ТЕСТ-КУЛЬТУР**

В настоящее время в России для целей государственного экологического контроля допущены одна методика биотестирования вод на рачках цериодафний (Жмур, 2007). Однако ее применение вызывает ряд трудностей как по содержанию культуры рачков, так и по проведению самого биотестирования. И хотя в последние годы ряд проблем удалось решить благодаря появлению в стране серийно выпускаемых климатостатов, некоторые вопросы еще остаются. В частности, имеются сложности в равномерном обеспечении тест-культур рачков кислородом.

С этой целью в СФУ в составе комплекса специализированного оборудования, позволяющего экспонировать тест-объекты в одинаковых условиях по температуре и световому облучению, создано оригинальное устройство экспонирования рачков (УЭР). Загружаемые в него пробы с тест-организмами благодаря вращению получают активную и одновременную аэрацию всех тестируемых образцов. Само устройство устанавливается в климатостат Р2 (ВЗ).

На базе этого оборудования ранее была разработана и аттестована методика биотестирования вод по показателю выживаемости дафний (Григорьев, Шашкова, 2006).

В предлагаемой работе были проведены исследования по установлению возможности содержания рачков цериодафний (*Ceriodaphnia affinis*) в УЭРах при проведении биотестирования токсичности вод.

Маточную культуру цериодафний выращивали в климатостате в стеклянных стаканах при температуре  $25\pm 1^\circ\text{C}$  и освещении лампами дневного света 800-1000 люкс при фотопериоде 12+12 часов. В качестве культивационной воды использовали отстоянную водопроводную воду.

Цериодафний кормили смесью суспензий дрожжей и водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer) в пропорции 7:1. Водоросль хлорелла выращивали в культиваторе КВ-06 при непрерывном искусственном освещении в 10% среде Тамия. Для кормления использовали суспензию водоросли, которую после осаждения центрифугированием ресуспензировали в культивационной воде. Оптическую плотность суспензии довели до величины 0,2 с помощью измерителя ИПС-03 (кювета диаметром 2 см, длина волны 560 нм). Для приготовления дрожжевой суспензии свежие или сухие хлебопекарные дрожжи заливались культивационной водой. После набухания суспензия тщательно перемешивалась. Для кормления использовали слабомутный верхний слой после отстаивания дрожжевой суспензии. Для комбинированного кормления брали из отдельно заготовленных суспензий по 0,5 мл водоросли и 3,5 мл дрожжей и вносили к маточной культуре. Данный тип питания, как показали предварительные эксперименты, обеспечивает максимальную жизнеспособность и плодовитость рачков.

Эксперименты по биотестированию проводили в двух условиях. В первом опыте в УЭР-04 наклонно устанавливалось до 40 емкостей (коротких пробирок) с пробами воды объемом 29 см<sup>3</sup>. В каждую из них помещали по два рачка цериодафний и добавляли раствор модельного токсиканта или контрольную воду в объеме 1 мл. Во всех вариантах эксперимента участвовало по 10 рачков, т.е. 5 пробирок с двумя рачками. После загрузки проб устройство приводилось во вращение со скоростью 6-8 оборотов/мин. Во втором варианте опыта сначала проводили замер растворенного кислорода в культивационной воде, и если его содержание было ниже 4 мг/дм<sup>3</sup>, вода аэрировалась. Далее готовили опыт – такие же пробирки с тест-объектами и различными концентрациями вносимого токсиканта располагали в штативе вертикально в неподвижном состоянии. После 48 часов экспонирования проводили учет смертности цериодафний в обоих вариантах эксперимента. Рачков в этот период не кормили.

Было установлено, что как в условиях вращения, так и в неподвижно стоящих пробах в контрольном варианте все рачки сохраняли свою жизнеспособность в течение 48 часов. В присутствии модельных токсикантов, в качестве которых были взяты бихромат калия, сульфаты меди, кадмия и цинка, наблюдалось увеличение смертности рачков с ростом их концентраций. При этом чувствительность рачков к исследуемым тяжелым металлам, экспонируемым в УЭРах, была заметно выше, чем у находящихся в неподвижно стоящих пробирках. Измерение количества растворенного кислорода показало, что его содержание во вращающихся пробах соответствовало уровню насыщения, тогда как в пробах, стоящих в штативе, кислорода было существенно меньше. Вероятно, повышенная восприимчивость цериодафний к токсикантам в условиях вращения обусловлена как их повышенной двигательной

активностью, так и достаточным обеспечением кислородом культуральной среды в данных условиях.

Таким образом, умеренное вращение тест-культуры цериодафний в УЭР-04 не оказывает неблагоприятного воздействия на тест-организм, позволяя повысить чувствительность биотеста и его воспроизводимость за счет обеспечения стандартных условий проведения токсикологического эксперимента. На основе полученных результатов была разработана и аттестована новая методика биотестирования острой токсичности вод и отходов по показателю смертности рачков цериодафний.

**Р.Ф. Адельшин, И.В. Владимцева**

Волгоградский государственный технический университет

## **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРУДОВ г. ВОЛГОГРАДА**

На сегодняшний день контроль и обслуживание водоемов городской черты г. Волгограда недостаточно обширны, поскольку остановлены многие мониторинговые исследования, позволяющие своевременно выявлять изменения их состояния. В этой связи весьма актуальны комплексные исследования водных объектов, имеющих различный генезис, химический состав, трофический уровень, гидрологический, термический режимы и неодинаковую степень антропогенной нагрузки.

Практически все водоемы г. Волгограда испытывают высокую антропогенную нагрузку, поскольку расположены на густонаселенной территории, в непосредственной близости от магистральных городских дорог. Под влиянием хозяйственной деятельности человека изменения гидрохимического режима водоемов могут происходить относительно быстро.

Целью настоящего исследования являлась оценка современного состояния и качества воды городских прудов по химическим показателям.

Химический анализ воды проводился по следующим основным показателям: рН, растворенный кислород, растворенный неорганический азот, индексы БПК<sub>5/20</sub> и ХПК, металлы, хлориды, сульфаты, физические характеристики, нефтепродукты, АПАВ, формальдегид, фенолы и т.д.

Согласно имеющимся данным, основная масса прудов по степени минерализации относятся к солоноватым, имеют непостоянный водный режим, в качестве источников выступают дождевой и талый стоки, естественные родники. Глубина рассматриваемых водных объектов колеблется от 1 до 3 м, площадь водного зеркала от 0,9 до 180 м<sup>2</sup>. Гидрохимические условия прудов очень нестабильны. Эти изменения связывают как с относительно высокой гидрологической нагрузкой, так и с протекающими в водоеме биотическими процессами. Многочисленные



исследования показывают, что антропогенное влияние, проявляющееся часто в эвтрофикации, значительно увеличивает амплитуду колебаний гидрохимических показателей.

Согласно проведенным исследованиям качества природной воды, были установлены превышения нормативов по следующим показателям: сухой остаток, ХПК, БПК, хлориды, сульфаты и формальдегид. Основными причинами полученных результатов являются природные факторы: особенности почвенного покрова территории города (преимущественно осадочные породы), наличие практически во всех прудах большого количества органической массы, ливневые стоки с дорог и прилегающей территории.

Растворенный кислород является одним из важнейших гидрохимических показателей. Сезонные колебания значения растворенного кислорода зависят в основном от изменения температуры и от его исходной концентрации. Влияние температуры связано с ее воздействием на скорость процесса потребления кислорода, которая увеличивается в 2-3 раза при повышении температуры на 10<sup>0</sup>С. Содержание растворенного кислорода в муниципальных водных объектах города Волгограда представлено на рис. 1.

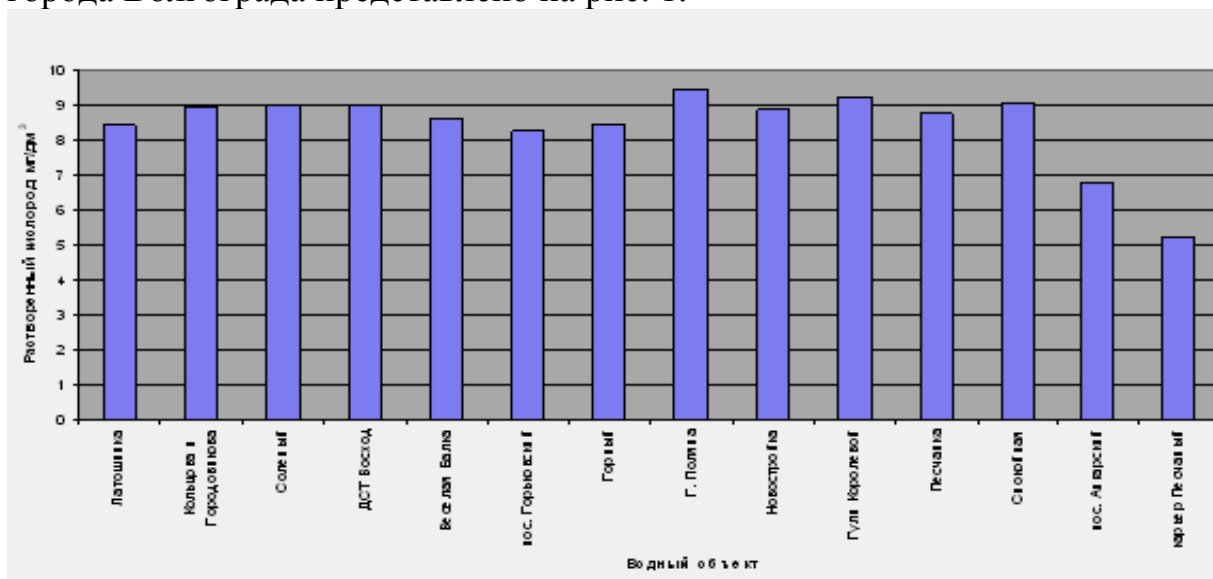


Рис. 1. Среднее содержание растворенного кислорода в городских прудах

В целом по всем водным объектам содержание растворенного кислорода выше нормативного значения ( $\text{ПДК}_{\text{хоз-пит и культ-быт водопоя}} = 4 \text{ мг/дм}^3$ ).

Анализ данных ХПК и БПК<sub>5</sub>, представленных на рис. 2, показывает, что уровень загрязненности изменяется от загрязненных до очень грязных.

Во всех обследованных прудах зафиксированы превышения по БПК<sub>5</sub>. Самые высокие значения БПК<sub>5</sub> в различные периоды (от 7,9 до 38,3 ПДК) зафиксированы в прудах пос. Ангарский, пос. Новостройка, пруд возле ДСТ «Восход», пруд по ул. Спокойная. Превышения нормативов

фиксируются по причине аномальных погодных условий в весенне-летний период (высокие температуры воздуха и природной воды).

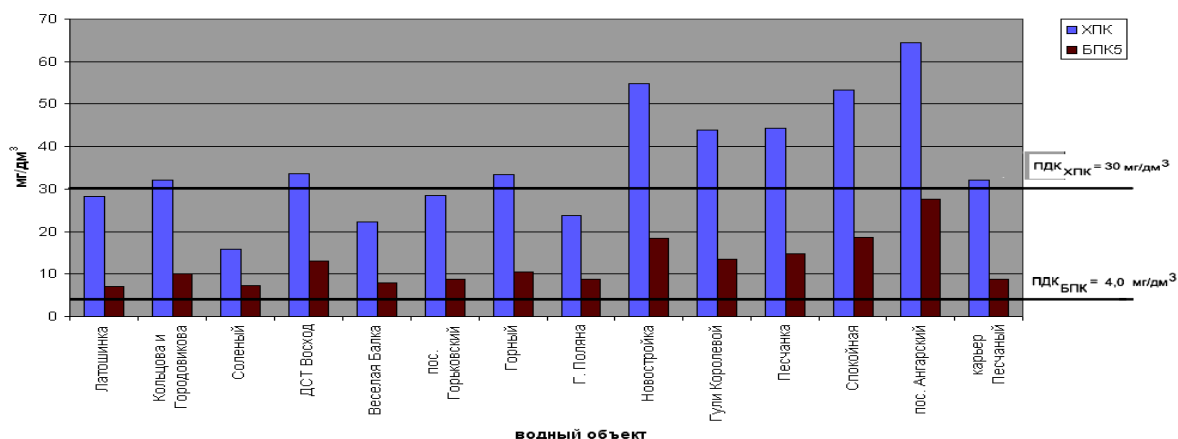


Рис. 2. Значения показателей ХПК и БПК<sub>5</sub> в городских прудах

Колебания концентраций аммонийного азота между различными водоемами невысоки и в основном меньше ПДК. Исследованные пруды по загрязненности аммонийным азотом можно отнести к категориям от чистых (0,05-0,1 мг/дм³) до загрязненных (0,4-1,0 мг/дм³).

Согласно полученным данным, содержание марганца в городских прудах превышает ПДК для водоемов коммунально-бытового использования в 1,2-7,0 раз. В поверхностные воды марганец поступает в результате выщелачивания минералов, содержащих марганец. Значительные количества марганца освобождаются при разложении остатков водных животных и растительных организмов, особенно сине-зеленых, диатомовых водорослей и высших водных растений. Главная форма миграции соединений марганца в поверхностных водах – взвеси, состав которых определяется, в свою очередь, составом пород, дренируемых водами, а также коллоидными гидроксидами тяжелых металлов и сорбированными соединениями марганца.

В работе проведены аналитические исследования поверхностных вод прудов Тракторозаводского, Краснооктябрьского, Дзержинского, Ворошиловского, Советского, Кировского и Красноармейского районов города Волгограда, используемых населением города для рекреации.

В результате аналитических исследований поверхностных вод прудов, используемых населением города, установлено, что по большинству показателей она соответствует требованиям воды культурно-бытового назначения. Выявленные превышения установленных норм носят природный характер. Однако отрицательные экологические воздействия рекреационного природопользования на береговые зоны водных объектов остаются значительными. Прежде всего, это связано с низким благоустройством мест массового отдыха, а также отсутствием

программы финансирования комплексного рекреационного освоения водоемов.

**М.И. Бабаева, С.М. Рогачева**

Саратовский государственный технический университет

**ТЕХНОЛОГИЯ БИОФИЗИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА  
В ОПРЕДЕЛЕНИИ УСТОЙЧИВОСТИ ОРГАНИЗМА  
К ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ В УСЛОВИЯХ  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ**

В рамках участия в международном научно-исследовательском проекте «Гелиомед» проводится длительный биомедицинский мониторинговый эксперимент по изучению воздействия факторов внешней среды на сердечно-сосудистую систему человека.

В настоящее время целью исследования является определение наиболее показательных параметров, по которым можно судить о состоянии сердечно-сосудистой системы человека в условиях нестабильной геомагнитной обстановки и дополнительной антропогенной нагрузки.

Объектом исследований являются люди работоспособные, функционально здоровые, проживающие в различных климатических зонах, на разных географических широтах, принадлежащие к разным этническим группам и подверженные дополнительному воздействию вредных антропогенных факторов.

Синхронный мониторинг ведется несколькими исследовательскими группами в Институте земного магнетизма и распространения радиоволн РАН (Троицк), Институте космических исследований и аэронавтики им. Ю.Г.Шафера СО РАН (Якутск), Медицинском институте Якутского государственного университета им. М.К. Амосова, Крымском государственном индустриально-педагогическом университете (Симферополь, Украина). СГТУ подключился к проекту в 2009 г.

В эксперименте используется оригинальный датчик ЭКГ первого отведения [1].

Обработка результатов проводится в он-лайн режиме с помощью специализированной WEB-ориентированной технологии – портала «Гелиомед» (<http://www.geliomed.kiev.ua>), которая была разработана в Институте проблем математических машин и систем НАН Украины (Киев).

Эксперимент проводится следующим образом:

1. Каждый пользователь регистрирует всех участников своего мониторингового эксперимента на WEB-портале.
2. Настраивает свою клиентскую программу.
3. Проводит измерение при помощи оригинального датчика ЭКГ первого отведения.
4. Записывает измерение в свою локальную базу данных.
5. Производит отправку измеренных данных для обработки на удаленный портал Гелиомед.
6. Результаты обработки доступны через авторизованный вход в WEB-портал эксперимента для каждого измерения в отдельности или для целой серии измерений. В последнем случае данные доступны в формате Excel [2].

На основании анализа и статистической обработки полученных длинных рядов данных предлагается для экспресс-контроля функционального состояния человека:

- осуществлять снятие и обработку сигнала ЭКГ только от 1-го стандартного отведения (правая рука – левая рука), которое интегрально отражает поведение электрического вектора сердца;
- проводить морфологический анализ ЭКГ на основе специального представления этого сигнала в фазовом пространстве координат, что позволяет повысить чувствительность к тонким изменениям структуры сигнала, которые обычно недооцениваются при его традиционном представлении во временной области.

Полученные результаты позволят предложить технологию экспресс-выявления людей, сердечно-сосудистая система которых неустойчива в условиях магнитной возмущенности и дополнительной антропогенной нагрузки. Применение такой технологии при диспансеризации или при контрольных осмотрах позволит снизить риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний у людей, работающих в экстремальных условиях, что актуально для лиц, работающих вахтовым методом в экстремальных условиях Севера, для сотрудников МЧС, водителей и др.

Кроме того, данную технологию можно использовать для обеспечения медицинской информацией и медицинским обслуживанием потребителей, которые находятся на расстоянии от медицинского персонала и не могут проходить длительные медицинские обследования.

## Литература

1. Вишневский В.В., Файнзильберг Л.С., Рагульская М.В. Влияние солнечной активности на морфологические параметры ЭКГ сердца здорового человека // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. 2003. № 3. С. 3-11.
2. Вишневский В.В., Рагульская М.В., Самсонов С.Н. Телекоммуникационные технологии в выявлении закономерностей функционирования живых систем // Технологии живых систем. 2007. № 4. С. 55-62.

## **СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ (ЦИНКА И МЕДИ) В ВОДЕ РЕКИ КАРАГАЙЛЫ (РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН)**

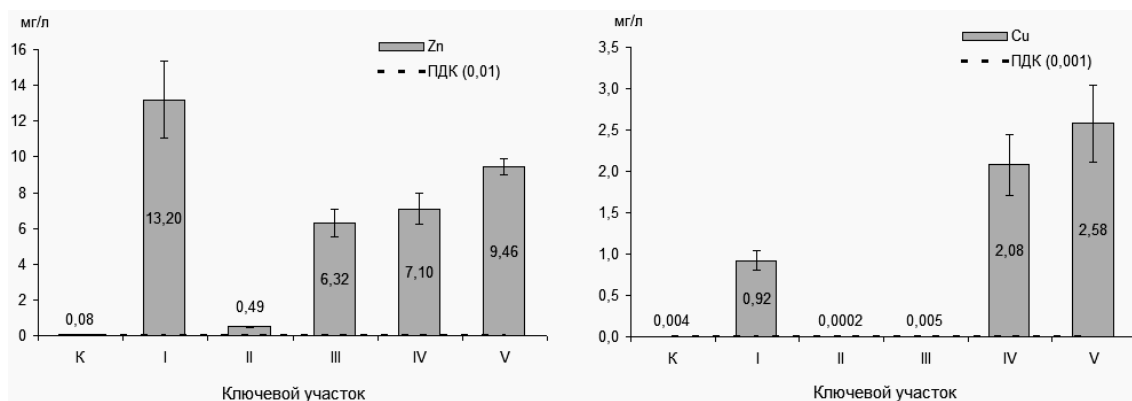
Город Сибай является промышленным центром Зауралья Республики Башкортостан. Сибай возник на базе месторождения медно-серных руд, открытого в 1913 г., а в 1939 г. было открыто крупное Новосибайское месторождение полиметаллических руд. Градообразующим предприятием является Сибайский филиал ОАО «Учалинский горнообогатительный комбинат» (СФ УГОК), специализирующийся на добыче и обогащении руд Сибайского и других медно-колчеданных месторождений. В состав СФ УГОК входят Сибайский и Камаганский рудные карьеры, известняковый карьер, подземный рудник и обогатительная фабрика. В результате эксплуатации месторождений сформировался техногенный ландшафт: отвалы вскрышных, пустых пород и некондиционных руд, карьеры, хвостохранилища. Твердые и жидкие отходы добычи и переработки, а также газопылевые выбросы являются одним из основных источников загрязнения природных сред тяжелыми металлами (ТМ).

Целью наших исследований являлось изучение содержания ионов цинка и меди в воде р. Карагайлы. Карагайлы является притоком р. Урал второго порядка. Длина водотока 28 км, площадь водосбора 144 км<sup>2</sup>. Относится к водным объектам, имеющим рыбохозяйственное значение. Среднее и нижнее течение реки расположено в черте пригородных поселков и промзоны г. Сибай. Карагайлы является приемником шахтных и подотвальных вод, сточных вод молочно-консервного комбината (МКК), а также ливневых стоков с промплощадки Сибайской обогатительной фабрики. Значительный сброс загрязняющих веществ в водоток со сточными водами связан, прежде всего, с неэффективной работой очистных сооружений или их отсутствием [1].

Исследования проводились в 2009 г. В соответствии с расположением источников загрязнения реки тяжелыми металлами были заложены 5 ключевых участков: I – в районе Сибайского карьера после сброса шахтных и подотвальных вод (до проезжей дороги); II – там же, после проезжей дороги (под автодорогой, перекрывающей русло реки, проложена труба); III – в районе МКК после сброса вод ливневой канализации; IV – в районе расположения хвостов обогащения (у старого хвостохранилища); V – в районе расположения хвостов обогащения (у нового хвостохранилища). Контрольный участок (К) располагался за пределами городской черты, на 8 км выше по течению. На каждом участке

в 5-кратной повторности были отобраны пробы воды для анализа. Измерения массовых концентраций ТМ выполнялись методом инверсионной вольтамперометрии.

Результаты исследования показали, что содержание исследуемых ТМ в воде р. Карагайлы варьирует в широких пределах: максимальные и минимальные показатели по цинку различаются до 165 раз, меди – до 12900 раз. На рисунке показано содержание цинка и меди в воде р. Карагайлы на ключевых участках.



Содержание цинка и меди в воде р. Карагайлы на ключевых участках.

Условные обозначения: ПДК – предельно допустимая концентрация

Из рисунка видно, что содержание цинка в воде р. Карагайлы превышает ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения [2] на всех ключевых участках. Максимальное содержание цинка отмечено в районе сброса шахтных и подотвальных вод (участок I) – 13,20 мг/л (1320 ПДК); наименьшее – на контрольном участке (8 ПДК). Содержание меди в воде превышает ПДК на всех участках, кроме II, где ее концентрация равна 0,0002 мг/л. Наиболее высокие показатели данного металла зафиксированы в пробах, отобранных рядом с хвостохранилищами: участок IV (2080 ПДК) и участок V (2580 ПДК). Некоторое превышение ПДК по цинку и меди на контрольном участке, вероятно, связано с эмиссией пылевых частиц с промплощадок, а также особенностями естественного геохимического фона региона, характеризующегося рудопроявлениями медно-колчеданного и смешанного полиметаллического составов.

Таким образом, р.Карагайлы, являясь приемником промстоков, испытывает высокую техногенную нагрузку. Для прекращения дальнейшего загрязнения р. Карагайлы необходима установка эффективных технологий очистки.

## Литература

1. Обзор состояния окружающей природной среды Башкирского Зауралья в 2009 г. Сибай, 2010. 67 с.

2. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение: Приказ Госкомрыболовства России от 28.04.1999 г. № 96. М.: Изд-во ВНИРО, 1999. 304 с.

**Е.А. Балдина, М.Ю. Грищенко**

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова

## **ИЗУЧЕНИЕ ТЕПЛОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДОВ ПО ТЕПЛОВЫМ СНИМКАМ LANDSAT-7/ETM+ (НА ПРИМЕРЕ МОСКВЫ)**

В последнее время всё более широкое распространение получают исследования теплового загрязнения городов, «тепловых островов городов» (или, согласно англоязычным источникам, Urban Heat Island – UHI), по материалам дистанционного зондирования в тепловом ИК-диапазоне. Тепловое загрязнение часто является индикатором других видов загрязнения, поэтому изучение его пространственной дифференциации помогает оценить интенсивность антропогенного воздействия на среду в целом [1, 3, 5].

Снимки Landsat являются одними из самых распространённых материалов дистанционного зондирования Земли в географических исследованиях среднего масштаба, в том числе и в тепловом ИК-диапазоне [7-9]. Такие снимки позволяют увидеть особенности пространственного распределения очагов теплового загрязнения, проследить развитие во времени и пространстве локальных тепловых аномалий, оценить тепловое влияние различных городских объектов друг на друга.

В качестве исходных материалов для обработки в нашей работе использовано 11 снимков со спутника Landsat-7/ETM+. После отбора необходимых материалов и их первичной обработки проведён анализ статистических характеристик фрагментов снимков. При анализе гистограмм распределения пикселей по яркостям для каждого из разносезонных снимков выявлены соответствия между положением их максимумов по оси яркостей и сезонами года, что хорошо согласуется с годовым ходом температуры воздуха. Это обстоятельство позволило не учитывать сезонную температуру воздуха, а обратиться к анализу перераспределения интенсивности теплового излучения между основными городскими объектами в разные сезоны года.

Для получения наглядной картины распределения относительной интенсивности теплового излучения по территории Москвы и для обеспечения возможности сравнения геотемпературного поля,

отображённого на разносезонных снимках, выполнено квантование исходных снимков путем деления всего диапазона яркостей каждого снимка на одинаковое число ступеней, равное 7. Для оценки изменения теплового излучения городских объектов между сезонами были созданы также цветные синтезированные изображения, составленные из пар снимков. На таких изображениях чётко выделяются тепловые аномалии, включая некоторые детали их изображения, которые были автоматически генерализованы в результате квантования.

Результаты сопоставительной обработки разносезонных синтезированных и квантованных изображений и их сравнение с данными сверхвысокого пространственного разрешения позволили классифицировать все городские объекты на 4 класса и 11 подклассов сезонной динамики тепловых аномалий, которые названы «тепловыми зонами и подзонами» Москвы, и составить карту тепловых зон Москвы. Рассмотрим кратко основные особенности «тепловых зон». Всего их выделено 4: зона водных объектов, зона промышленных объектов, зона растительности и зона жилой застройки. Водные объекты выделяются характерным минимумом уровня относительной интенсивности теплового излучения в летний и особенно весенний период и характерным максимумом в конце осени. Это обусловлено высокой теплоёмкостью воды, её способностью медленно нагреваться и так же медленно отдавать тепло. Общими чертами сезонного изменения относительной интенсивности теплового излучения объектов, относящихся к промышленным, являются её высокий уровень по всем сезонам года за счёт нагрева промышленных корпусов солнечными лучами в тёплый период года и тепловой энергии, вырабатываемой во время производственного процесса. Для древесной растительности характерен практически самый низкий уровень относительной интенсивности теплового излучения в тёплый период года и средний уровень – в холодный период. Это связано с активной транспирацией зелёной растительности, приводящей к понижению температуры растений (и, соответственно, их теплового излучения). Территории, лишённые городских строений и лесной растительности – луга, пустыри и прочие аналогичные объекты, за счёт меньшей растительной массы излучают сильнее, чем территории, покрытые древесной растительностью. Общими чертами годового хода относительной интенсивности теплового излучения жилых кварталов являются её слабое изменение в течение года и средний уровень на большинстве снимков. Скорее всего, это связано со сложной структурой изображения жилых кварталов на снимках Landsat-7/ETM+ в тепловом ИК-диапазоне, где в пределах одного пиксела могут усредняться яркости жилых домов с высоким уровнем теплового излучения и зелёной внутриквартальной растительности с низким уровнем теплового излучения.



Все типы и подтипы сезонной динамики относительной интенсивности теплового излучения (или тепловые зоны и подзоны) были нанесены на карту, которая даёт возможность анализировать пространственное распределение тепловых аномалий и теплового загрязнения.

Проведённое исследование демонстрирует серьёзный вклад промышленных объектов в формирование «теплового острова» города. Это проявляется как в пределах промышленных зон, так и к примеру, на водных объектах, подверженных тепловому загрязнению. Полученная карта (а также квантованные и синтезированные изображения, созданные в процессе работы) позволяют изучить пространственные и временные вариации теплового загрязнения города. Следует иметь в виду, что само по себе тепловое загрязнение оказывает не такое сильное влияние на здоровье человека, как химическое и физическое загрязнение воздушной и водной среды, индикатором которого оно часто является. Изучение теплового загрязнения как индикатора других видов загрязнения представляет несомненный научный интерес и необходимо для решения экологических проблем современных городов.

## Литература

1. Горный В.И. Космические измерительные методы инфракрасного теплового диапазона при мониторинге потенциально опасных явлений и объектов // Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов: Тр. Всерос. конф. «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из Космоса», Москва, 10–12 ноября 2003 г. М.: Полиграфсервис, 2004. С. 10–16.
2. Горный В.И., Шилин Б.В., Ясинский Г.И. Тепловая аэрокосмическая съёмка. М.: Недра, 1993. 128 с.
3. Город, архитектура, человек и климат / Мягков М.С., Губернский Ю.Д., Конова Л.И., Лицкевич В.К. М.: Архитектура. С, 2007. 344 с.
4. Поляков А.В., Тимофеев Ю.М., Успенский А.Б. Температурно-влажностное зондирование атмосферы по данным спутникового ИК-зондировщика высокого спектрального разрешения ИКФС-2 // Исследование Земли из космоса. 2009. № 5. С. 3-10.
5. Тронин А.А., Шилин Б.В. Мониторинг шлейфов городских очистных сооружений Санкт-Петербурга аэрокосмической тепловой съёмкой // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2008. Т II. №5. С. 586-594.
6. Экологический атлас Москвы. М.: АБФ/ABF, 2000. 96 с.
7. Oki K., Omasa K. A Technique for Mapping Thermal Infrared Radiation Variation Within Land Cover // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2003, Vol. 41. №6. P. 1521-1524.
8. Sobrino J.A., Jimenez-Munoz J.C., Paolini L. Land surface temperature retrieval from Landsat-5/TM // Remote Sensing of Environment. 2004. №90. P. 434-440.
9. Stathopoulou M., Cartalis C. Daytime urban heat islands from Landsat ETM+ and Corine land cover data: An application to major cities in Greece // Solar Energy. 2007. №81. P. 358-368.

## ИЗУЧЕНИЕ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ШТАММА *PSEUDOMONAS AUREOFACIENS*, ВЫДЕЛЕННОГО ИЗ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЫ ГОРОДСКИХ ПОЧВ

В условиях интенсивной антропогенной нагрузки на объекты окружающей среды урбанизированных территорий большое внимание уделяется изучению почв и почвенного покрова. Все многообразие экологических нарушений отражается, как в зеркале, в почвенном покрове города. При этом городские почвы выполняют ряд важных экологических функций и являются важнейшим сорбционно-химическим барьером для тяжелых металлов, нефтепродуктов, пестицидов на пути их миграции из атмосферы города в грунтовые воды и речную сеть [1]. Существенные преобразования почвенных биосистем города выражаются в изменении биологического состояния почвы и, прежде всего, в его микробиологической составляющей. Антропогенные факторы оказывают влияние на качественный состав и численное соотношение микроорганизмов в урболандшафтах. Таким образом, представлялось интересным изучить взаимоотношения доминирующих представителей почвенной микрофлоры урбаноземов.

Доминирующие виды бактерий были получены из музея живых культур лаборатории микробиологии кафедры биохимии и микробиологии ЮФУ.

Культуры микроорганизмов выделялись из почв с разной степенью антропогенной нагрузки: жилой, рекреационной и промышленной зон городов Ростова-на-Дону и Азова с глубин 0-20 см (верхний слой) и 20-40 см (нижний слой).

Доминанты почв г. Азова: *Bacillus pumilus* А3 – из верхнего слоя почв рекреационной зоны, *Bacillus cereus* А2, А4 и А6 – из нижнего слоя почв жилой, рекреационной и промышленной зон, соответственно. Доминанты почв г. Ростова-на-Дону: *B. cereus* Р1 и Р2 – из верхнего и нижнего слоев почв жилой зоны, *B. panthotenticus* Р1 – из верхнего слоя почв жилой зоны, *B. panthotenticus* Р3 и Р4 – из верхнего и нижнего слоев почв рекреационной зоны и *Pseudomonas aureofaciens* Р6 – доминант нижнего слоя почв промышленной зоны. Известно, что данный вид псевдомонад, продуцирует антибиотики феназинового ряда, подавляющие рост представителей почвенной микрофлоры [2]. Поэтому данный вид был рассмотрен как антагонист к остальным доминирующим видам.

Для изучения антибиотических взаимоотношений был использован метод «агаровых блочков». *Pseudomonas aureofaciens* выращивали в

течение двух, трех и пяти суток на двух агаризованных средах: среда №1 (лимоннокислый аммоний – 0,5%; глицерин – 1,5%;  $MgSO_4$  – 0,02%;  $K_2HPO_4$  – 0,2%) и среда №2 (крахмал – 2 %, соевая мука – 7,5 %,  $CaCO_3$  – 0,5 %,  $(NH_4)_2SO_4$  – 0,2 %). Доминирующие виды р. *Bacillus* засеивались «сплошным газоном» на мясо-пептонный агар, куда затем раскладывали агаровые блочки с культурой *Pseudomonas aureofaciens*. После пяти суток культивирования в термостате при температуре 28° С измеряли в миллиметрах зоны отсутствия и подавления роста от блока до начала бактериального роста.

Как видно из представленных данных, явными доминантами в микробном сообществе урбаноземов городов Ростова-на-Дону и Азова являются представители трех видов рода *Bacillus*. Исследуемый штамм *Pseudomonas aureofaciens* проявляет антагонистическое действие ко всем исследуемым бактериям, однако степень выраженности антагонизма неодинакова, так же как и механизм действия (бактерицидное или бактериостатическое).

Максимальные зоны отсутствия роста достигали 11 мм для штамма *Bacillus pumilus* A3, доминирующего в верхнем слое почвы рекреационной зоны г. Азова.

Антагонистическая активность *Pseudomonas aureofaciens* по отношению к доминирующим почвенным бактериям

Среды тест-культуры	Зоны отсутствия и подавления роста от блока до начала бактериального роста, мм					
	Среда №1			Среда №2		
	2-е сут.	3-е сут.	5-е сут.	2-е сут.	3-е сут.	5-е сут.
1. <i>Bacillus pumilus</i> A3	11+0*	4+5.3*	3.7+0*	2+2.7*	3+0*	0+3.7*
2. <i>Bacillus cereus</i> A4	5.7+4.3*	8.3+2*	5.7+2*	2+5.3*	0+5*	0+6*
3. <i>Bacillus cereus</i> A2	5.7+3.3*	8.3+0*	9+0*	7.3+0*	7.7+0*	7.3+0*
4. <i>Bacillus cereus</i> A6	4+3*	5.7+0*	10+0*	5.7+0*	5.3+0*	5+0*
5. <i>Bacillus cereus</i> P1	6.3+0*	6.3+0*	7.7+0*	7.7+0*	4.7+4.7*	5.7+0*
6. <i>Bacillus cereus</i> P2	6+0*	7.7+0*	9+0*	5.7+0*	3.7+2*	4+0*
7. <i>Bacillus panthotenticus</i> P1	6+2.7*	5.7+3.3*	6+3.3*	5.7+4*	7+0*	3.3+3*
8. <i>Bacillus panthotenticus</i> P3	5+5*	6.7+0*	9+0*	3.7+0*	3.3+5*	8.7+0*
9. <i>Bacillus panthotenticus</i> P4	5+3*	7+0*	7+0*	7+0*	3.3+4.7*	3,3+0*

«\*» - зона подавленного роста

В ходе анализа полученных данных установлено, что штаммы *B. cereus* оказали высокую степень чувствительности к действию антагониста. Зоны отсутствия роста составили 9-10 мм. При этом следует отметить, что *B. cereus* входит в группу условно-патогенных микроорганизмов и может быть возбудителем токсикоинфекций, то есть

явление антагонизма в данном случае может играть положительную роль, подавляя развитие представителей данного вида.

Для *B. panthotenticus* суммарные зоны бактерицидной и бактериостатической активности достигали 8,7-9 мм.

Кроме того, следует отметить, что почти для всех видов рода *Bacillus* наибольшая антагонистическая активность фиксировалась на среде №1, где зоны бактерицидного действия составили 3,7-11 мм, а на среде №2 – 0-8,7 мм, что свидетельствует о том, что данная среда более благоприятна для синтеза антибиотического вещества.

Из полученных результатов видно, что эффект антагонистического действия зависит от сроков культивирования *Pseudomonas aureofaciens*. Так, при выращивании культуры антагониста на среде №1 наблюдается постепенное усиление антибиотической активности к пятым суткам в отношении большинства исследованных культур, хотя для *Bacillus pumilus* А3 максимум (11 мм) приходится на вторые, а для *Bacillus cereus* А4 (8,3 мм) – на третьи сутки.

Суммируя полученные данные, следует отметить, что уровень антагонистической активности не только видо-, но и штаммоспецифичен.

Таким образом, биотические взаимосвязи, складывающиеся среди обитателей микробоценоза, могут быть одним из факторов, оказывающих влияние на количественный и качественный состав почвенной микробиоты.

## Литература

1. Приваленко В.В., Безуглова О.С. Экологические проблемы антропогенных ландшафтов Ростовской области. Ростов н/Д.: Изд-во СКНЦ ВШ, 2003. 288 с.
2. Боронин А.М. Ризосферные бактерии рода *Pseudomonas*, способствующие росту и развитию растений // Соросовский образовательный журнал. 1998. №10. С. 25-31.

**М.Е. Безруков, О.И. Галунова**

Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского

## **ВЗАИМОСВЯЗЬ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ И ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

Прогнозирование токсичности по концентрации (дозе) химического вещества является тривиальной задачей в области медицинской или промышленной токсикологии. Общеизвестным является выражение дозозависимого эффекта в виде логистической кривой, которая за вычетом нелинейных концевых участков может быть аппроксимирована в виде линейной функции. Однако взаимосвязь между биологическими и

химическими показателями в водной среде не столь однозначна. Она носит сложный дозозависимый характер, отягощённый физико-химическими изменениями веществ в водной среде и комбинированными эффектами при воздействии на биологические объекты.

Нами для определения зависимости между гидрохимическими и экотоксикологическими данными был проведён анализ 74 проб природных вод верхнего участка Чебоксарского водохранилища, включая р. Волгу, и её притоков: р. Ветлуги, р. Сундовик, р. Кудьмы, р. Линды, р. Оки, р. Теши, р. Пьяна, р. Большая Какша, р. Керженец. В качестве интегральных гидрохимических показателей использовались: индекс загрязнения воды (ИЗВ); коэффициент комплексности загрязнённости воды ( $K_{\text{ф}}$ ); показатель химического загрязнения ( $\text{ПХЗ}_{10}$ ) и уровень химического загрязнения (УХЗ). Среди интегральных методов гидробиологического анализа рассматривались методы экотоксикологического анализа (биологическое тестирование с использованием в качестве тест-объекта *Daphnia magna*), где в качестве основных интегральных показателей использовались процент гибели организмов в остром и хроническом эксперименте и изменение плодовитости тест-организмов по отношению к контролю.

На первом этапе исследований была определена токсичность вод и на основании полученных результатов гидрохимического анализа рассчитаны интегральные показатели. Выявлено, что по результатам острого эксперимента 75% вод не оказывали токсичного действия, 20% оказывали малотоксичное действие (гибель организмов более 10, но менее 50%) и 5% оказывали токсичное действие (гибель более 50% организмов). По результатам исследований в хроническом эксперименте было выявлено, что 60% природных вод не оказывали токсичного действия, 35% оказывали малотоксичное действие (гибель более 20, но менее 50%) и 5% оказывали токсичное действие. При этом 45% отобранных проб угнетали плодовитость дафний, 10% не оказывали влияния на плодовитость и 45% оказывали стимулирующее действие. По результатам гидрохимического анализа ИЗВ водных объектов изменялся от 2,09 до 4,64 (умеренно загрязнённые – грязные), коэффициент комплексности загрязнённости воды  $K_{\text{ф}}$  изменялся в диапазоне от 15,79% до 40%.

На втором этапе исследований была проанализирована взаимосвязь между показателями гидрохимического и экотоксикологического анализа. В ходе проведённых исследований было выявлено, что при сопоставлении результатов биологического тестирования и интегральных показателей гидрохимического анализа все данные можно условно разделить на две группы: в первой группе при увеличении концентрации загрязняющих веществ токсичность вод не увеличивается; во второй группе взаимосвязь гидрохимических и экотоксикологических показателей носит линейный положительный характер или выражена в виде полинома 2-го порядка.

После разделения водных объектов на разные группы нами был проведён дисперсионный анализ. Цель анализа выявить, по каким показателям гидрохимического состава вод существуют различия в этих группах. Дисперсионный анализ с достоверностью ( $P < 0,05$ ) показал, что существуют общие закономерности для трёх интегральных показателей гидрохимического состава вод ( $K_{\text{ф}}$ ,  $\text{ПХЗ}_{10}$ ,  $\text{УХЗ}$ ):

1. Токсичность вод не увеличивается с увеличением  $\text{БПК}_5$ , pH, общей минерализации и содержания фосфатов, и общего фосфора, что может быть объяснено рядом причин, а именно: снижением растворимости веществ при увеличении pH; увеличением образования хелатных комплексов органических веществ с тяжелыми металлами, снижающими их биологическую активность; образованием неактивных ионных пар и т.д.

2. Токсичность вод возрастает при увеличении концентрации соединений азотистой группы и цинка, что объясняется проявлениями потенцирующего действия цинка с тяжёлыми металлами и образованием растворимых комплексов тяжёлых металлов с азотистыми соединениями.

Таким образом, в ходе проведённых исследований был выявлен ряд закономерностей во взаимосвязи гидрохимических и экотоксикологических показателей вод, что может быть использовано при прогнозе изменения токсичности вод в практике рационального природопользования.

**М.Е. Безруков, Ю.А. Прошагина**

Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского

### **ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА ИЗМЕНЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ПРИОРИТЕТНЫХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ПРОЦЕДУРЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ**

Одной из задач биологического тестирования является прогнозирование качества водной среды при изменении её химического состава. Биологическое тестирование, это оценка качества среды в лабораторных, стандартных условиях. Однако при попытке экстраполяции результатов лабораторных исследований на экосистемный уровень возникают проблемы несогласования данных. На результат проявления токсичности загрязняющих веществ на гидробионтов влияют внешние факторы среды.

В нашем эксперименте мы попытались оценить изменение токсичности ряда приоритетных загрязняющих веществ (водорастворимых солей железа, марганца, меди, кадмия, цинка, аммония и нитратов) при изменении pH и температуры. Исследования проводились в режиме

острого эксперимента в соответствии с классической методикой биотестирования (ФР.1.39.2007.03221) с использованием в качестве тест-объекта *Ceriodahnia affinis*. Подкисление осуществлялось раствором HCl с массовой долей 10%, подщелачивание – раствором NaOH с массовой долей 10%.

Первоначально было оценён эффект воздействия кислой и щелочной среды на ракообразных без присутствия загрязняющих веществ в диапазоне от 3,5 до 12 ед. pH. Результаты контрольной серии экспериментов показали, что приемлемым, не вызывающим более чем 20% гибели организмов является диапазон от 5,0 до 10 ед. pH. Затем были определены дозозависимые эффекты влияния приоритетных загрязняющих веществ на цериодафний при нейтральном 7,4 ед. pH. На заключительном этапе проведены эксперименты по совместному влиянию pH среды и воздействию загрязняющих веществ в трёх изоэффективных для каждого вещества концентрациях (ЛК<sub>25</sub>, ЛК<sub>50</sub> и ЛК<sub>75</sub>). В ходе экспериментов были получены согласованные результаты для всех трёх исследуемых концентраций. Результаты исследований с различной долей аппроксимации были описаны в виде полинома 2-го порядка. Выявлено, что для водорастворимых соединений железа, меди и нитратов характерно уменьшение токсичности с увеличением pH раствора: с 50 до 2% для меди; с 97 до 53% для железа и с 41 до 7% для нитратов. Для соединений цинка, кадмия, марганца и аммония наблюдается обратная картина. С увеличением активности среды увеличивается и токсичность растворов: с 67 до 100% для марганца; с 63 до 100% для кадмия; с 59 до 100% для аммония и с 0 до 100% для цинка.

Исследования влияния температуры на изменение токсичности проводили для водорастворимых солей меди и железа. Исследовался диапазон температур от 20 до 27<sup>0</sup>C. В контрольной серии экспериментов (без металлов) гибели организмов не наблюдалось. В ходе опытной серии экспериментов были получены неоднозначные результаты. Так, было выявлено, что при увеличении температуры происходит увеличение токсичности соединений железа. Увеличение гибели организмов при повышении температуры с 20 до 27<sup>0</sup>C составило 60 %, данная зависимость достоверно аппроксимируется линейной функцией. Однако, достоверную связь между температурой и токсичностью меди выявить не удалось. В диапазоне с 20 до 25<sup>0</sup>C токсичность соединений меди уменьшается на 40 %, а затем вновь увеличивается. Однако полином 2-го порядка описывающий данную функцию, не является достоверным.

Наблюдаемые изменения во многом согласуются с физико-химическими процессами поведения исследуемых соединений в водном растворе. Общим правилом для многих соединений является факт уменьшения растворимости при переходе из кислой в щелочную среду. Однако диапазон pH среды, при котором происходят эффекты

гидратирования, различен. Важным среди внешних факторов является и повышение температуры, ускоряющей как биологические, так и физико-химические процессы.

Таким образом, в ходе проведенных экспериментов были выявлены изменения токсичности ряда загрязняющих веществ на гидробионтов в зависимости от внешних факторов среды. Принимая во внимание значительные колебания pH и температуры в различных водных объектах, полученные результаты необходимо учитывать в ходе экологического мониторинга и прогнозирования качества вод при изменении её химического состава.

**В.Р. Битюкова**

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова

## **ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕГИОНОВ ПОВОЛЖЬЯ**

В географическом анализе экологического состояния территорий ключевым вопросом становится комплексная оценка экологической напряженности (ЭН), т.е. специфической ситуации конфликта, когда уровень антропогенного воздействия (АВ) превышает величину потенциала устойчивости природного комплекса. Устойчивость среды играет очень важную роль, так как отражает возможности ландшафта депонировать, транспортировать и трансформировать загрязнение [2].

Методики оценки ЭН городов и регионов различны и основываются на разных системах показателей, что обусловлено задачей исследования, масштабом и статистической обеспеченностью. В основу региональных оценок ЭН были положены 2 блока показателей: **антропогенного воздействия** (объем и структура выбросов в атмосферу с учетом токсичности, объем и структура стоков, объем водозабора, доля очищенных стоков, объем твердых отходов, воздействие аграрное, радиационное, на лесной комплекс) **и устойчивости среды** (комплекс показателей, характеризующих массу, продуктивность и структурное разнообразие сохранившихся в разных частях страны участков живой природы и др.) [2, 3].

Комплексная оценка по всем регионам России показала высокий уровень дифференциации интегрального индекса АВ, а поскольку регионы находятся в разных природных зонах, уровень устойчивости окружающей среды в них также сильно отличается. Однако недоучет таких факторов воздействия, как воздействие на биоту и прямое изменение ландшафта, например при разработке шельфовых месторождений, полигонов по



утилизации химического оружия и пр., привели к некоторым переоценкам качества экологической ситуации в «лучших» регионах. Например, в результате оценки регионы Поволжья попали в группы со средним и низким уровнем антропогенного воздействия при средней и высокой устойчивости окружающей среды. Однако такая оценка во многом обусловлена тем, что в крупнейших ресурсных регионах (Тюменская, Кемеровская, Красноярский край) произошло резкое усиление воздействия, и даже те, в которых уровень воздействия мог увеличиться, на фоне роста этих регионов-«лидеров» могли сократить свои относительные показатели.

Экологическая ситуация внутри регионов имеет свою структуру и территориально дифференцирована. По этой причине очень уязвима региональная оценка, не учитывающая территориальных и социальных особенностей внутри региона. Города – это «горячие» точки окружающей среды с высокой концентрацией населения, капитала и источников загрязнения, где формируется особая техногенная среда, нередко неблагоприятная для жизни. Величина ЭН по городам была рассчитана также по уровню АВ (объемы выбросов в атмосферу и сточных вод, пересчитанные с учетом токсичности загрязняющих веществ) и устойчивости среды (потенциал загрязнения атмосферы [1], расчлененность рельефа, влияние на город выбросов соседних городов, характеристика взаимного расположения функциональных зон в городе, площадь «зеленых зон» и водных объектов). Значения всех показателей были нормированы и затем интегрированы с помощью уравнения множественной регрессии.

Расчет показателя *комплексной оценки по городам* позволил учесть в анализе большую часть региональных особенностей. Анализ распределения комплексного показателя отразил тенденцию локализации антропогенного воздействия в столицах регионов и крупнейших промышленных центрах: Казань, Набережные Челны, Самара. Города с высоким промышленным потенциалом в период роста также повышали уровень воздействия (Пенза, Балаково, Волжский, Альметьевск). Расчет показателя комплексного воздействия так же является основой для оценки территориальной структуры воздействия.

Анализ территориальной структуры [4] воздействия основан на исследовании уровня территориальной и структурной концентрации комплексного индекса ЭН городов в регионах Поволжья. **Коэффициент концентрации** отражает сосредоточение загрязнения в городах-«лидерах» по воздействию. **Индекс концентрации Херфиндаля** позволяет оценить уровень концентрации воздействия с учетом структуры и густоты городских сетей. **Коэффициент Энгеля** позволяет оценивать концентрацию точек воздействия на территории региона с учетом его размеров. Однако последние два показателя необходимо анализировать

вместе, что дает возможность оценить в целом территориальную концентрацию воздействия, выявляет влияние «лимитирующих» факторов – природной составляющей (устойчивости в целом или наличия природоохранных территорий близ места концентрации воздействия), остроты социально-экологических проблем для территорий, где сконцентрировано воздействие. Это позволяет оценить в целом роль таких факторов, как промышленность, инфраструктура (системы очистки), расселение, природные ресурсы.

В целом показатели территориальной локализации не изменили общего представления о распределении регионов по уровню воздействия. Однако они изменяют представление о структуре внутри групп регионов – с высоким воздействием, средним или низким. Например, в Самарской области уровень ЭН с учетом территориальной структуры оказался выше, чем в Волгоградской (где уровень загрязнения выше), так как воздействие локализовано в районе природоохранных земель, преобладающая часть населения также проживает в этом районе и подвержена высокому воздействию. В Волгоградской области загрязнение сильно сконцентрировано в областном центре, но воздействие на природу региона ниже, четверть населения региона проживает в «лучших» экологических условиях при минимальном уровне воздействия.

Главное же достоинство показателей территориальной структуры заключается в том, что они ***позволяют выявить структурные проблемы воздействия на окружающую среду и на население***, то есть при равном уровне воздействия позволяют понять, что является лимитирующим фактором экологической напряженности при росте АВ в разных регионах. Это могут быть природные условия, факторы распределения точек воздействия, концентрации загрязнения в пространстве и в точках, наличие природоохранных территорий, сосредоточения населения и пр. Например, для Самарской области фактором, повышающим уровень экологической напряженности, является территориальное сосредоточение крупных источников воздействия в районе Самарской Луки и Жигулевского заповедника, для Астраханской области – возможность самоочищения и восстановления окружающей среды. Если какой-то из факторов достигает критических значений, то уровень экологической напряженности повышается. В регионах с высоким уровнем воздействия при высокой концентрации воздействия возникает острая проблема опасности повышенного уровня заболеваемости населения, проживающего в точках концентрации, например в Волгоградской области острая ситуация сложилась в областном центре. Одновременно при концентрации уровня воздействия в регионах, где общий фон загрязнения низкий, это не приведет к столь острой ситуации: так, в Пензенской области уровень концентрации действительно высок, но экологические условия

проживания населения в зоне концентрации воздействия нельзя назвать критичными в силу низкого уровня загрязнения.

Анализ социально-экологического состояния регионов Поволжья имеет важное значение, т.к. дает возможность оценить реальный уровень, динамику и территориальную структуру АВ. Этот показатель является важной составляющей в оценке регионов с точки зрения проживания населения. Для Поволжья все использованные индексы территориальной структуры показали, как меняются характеристики уровня ЭН в зависимости от внутрирегиональной структуры хозяйственного комплекса, других источников воздействия и устойчивости природной среды. Последнее особенно важно при использовании оценки ЭН при формировании региональной экологической политики.

### Литература

1. Безуглая Э.Ю., Смирнова И.В. Воздух городов и его изменения. СПб., 2008. 254 с.
2. Глазовская М.А. Биогеохимическая организованность экологического пространства в природных и антропогенных ландшафтах как критерий их устойчивости. // Изв. РАН. Сер. Географическая. М., 1992.
3. Касимов Н.С., Перельман А.И. Геохимические принципы эколого-географической систематики городов // Вестник Московского ун-та. Сер. 5. География. 1993. №3. С. 16-21.
4. Майергойз И.М. Методика мелкомасштабных экономико-географических исследований. М.: Изд-во МГУ, 1981.

### Н.А. Бородина

Институт геологии и природопользования ДВО РАН, г. Благовещенск

### ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ АТМОСФЕРЫ МАЛЫХ ГОРОДОВ

Урбанизация территорий, являясь естественным процессом, сопровождается обострением экологических проблем. Дальневосточные регионы с низкой плотностью населения остаются вне зоны действия комплексного экологического исследования и считаются более благополучными по сравнению с центральной частью России, а малым городам меньше всего уделяется внимания. Одним из малопромышленных городов Амурской области является город Свободный, где начинается строительство космодрома Восточный на базе закрытого военного космодрома Свободный. В 2015 г. планируется ввод в эксплуатацию объектов первой очереди для запуска космических аппаратов. К 2018 г. будут построены объекты второй очереди, выполняющие программы

пилотируемых космических полетов. В связи с этим необходим мониторинг окружающей среды, хотя специалисты Роскосмоса утверждают, что ракеты будут работать на твердом, нетоксичном топливе и никакой экологической угрозы космодром не будет представлять.

Чтобы оценить состояние и степень загрязнения окружающей среды, необходимо исследовать химический состав атмосферных осадков. Более удобным в данном случае является снег, т.к. снежный покров накапливает все загрязняющие вещества из атмосферы за зимний период (5 месяцев) и дает количественную величину параметров загрязнения.

В марте 2009 г. были отобраны 7 проб снежного покрова в разных точках г. Свободного с учетом природных условий и хозяйственной деятельности человека. В качестве фона выбрали участок лесного массива, который испытывает минимальное антропогенное воздействие.

Пробоподготовка снега заключалась в таянии отобранных образцов и фильтровании снеготалой воды. В растворимой части снега определяли рН, содержание минеральных азотсодержащих веществ, фторидов, хлоридов, сульфатов, гидрокарбонатов, кремнекислоты, ортофосфатов [2].

Город Свободный – малопромышленный город, в котором находится несколько мелких предприятий с небольшими объемами производств. Это второй по величине город Амурской области, занимает площадь 225 км<sup>2</sup>, с населением 59,3 тысячи человек.

Основными загрязнителями атмосферного воздуха в г. Свободном являются железная дорога, промышленные предприятия и объекты жилищно-коммунального хозяйства, в городе много мелких котельных, работающих на угле. К числу причин продолжающегося загрязнения окружающей среды относится то, что не на всех действующих предприятиях построены сооружения по очистке выбросов. Одним из источников загрязнения атмосферного воздуха в городе является также и автотранспорт.

По данным ГИБДД УВД по Амурской области на декабрь 2010 г., в г. Свободном зарегистрированы 14453 единицы автотранспорта. На долю легковых автомобилей приходится 85,3 % от общего количества, грузовых – 12,7 %, пассажирских – 2,0 %. При плотности населения 263 человека на 1 км<sup>2</sup> приходится 64 автомобиля без учета транзитного транспорта.

Исследования загрязнения снеготалой воды в г. Свободном показали, что наиболее высокой является концентрация сульфат-ионов (от 13,94 мг/дм<sup>3</sup> до 43,28 мг/дм<sup>3</sup>). На фоновой территории – 5,06 мг/дм<sup>3</sup>. В данном случае основными источниками поступления сульфат-ионов являются выбросы котельных, использующих серосодержащий уголь. На всех исследуемых участках концентрация сульфат-ионов выше фоновых показателей в 2-8 раз, но превышений ПДК для поверхностных вод (500 мг/дм<sup>3</sup>) не наблюдается [1].

Высока степень загрязнения снега азотсодержащими ионами, которые поступают в атмосферу от энергоустановок, автотранспорта и выбросов промышленных предприятий. Хотя содержание нитрит-ионов не превышает ПДК для поверхностных вод ( $3,3 \text{ мг/дм}^3$ ), их коэффициент концентраций варьирует в интервале от 7 до 26.

Наибольшая концентрация азотсодержащих загрязнителей приходится на суммарное содержание аммиака и ионов аммония. Исследования показали, что в половине исследуемых точек города наблюдается превышение ПДК ( $1,5 \text{ мг/дм}^3$ ) для поверхностных вод по данному показателю, а по сравнению с фоном выше в 3-5 раз. Как и в случае с сульфат-ионами, основными источниками поступления аммиака и ионов аммония на данных территориях являются выбросы котельных. Но т. к. аммиак и ион аммония являются бытовыми загрязнителями и отражают санитарное состояние окружающей среды, в исследуемых точках города возможно и бытовое загрязнение, и автомобильное.

Анализ снега на содержание ортофосфатов показал, что коэффициенты их концентраций варьируют в пределах от 4 до 30, хотя превышений ПДК для поверхностных вод не наблюдается. Максимальная их концентрация ( $0,18 \text{ мг/дм}^3$ ) в районе электроаппаратного завода, минимальная ( $0,03 \text{ мг/дм}^3$ ) – в Суражевке, район тюрьмы. В районе завода прослеживается влияние промышленного производства т.к. ортофосфаты используются как антикоррозийный пигмент на металлоизделиях.

Содержание фторид, хлорид-ионов и кремнекислоты в снеготалой воде города незначительны и не оказывают неблагоприятного влияния на окружающую среду.

Одной из характеристик загрязнения снежного покрова является суммарный показатель химического загрязнения ( $Z_c$ ).

$$Z_c = \sum K_{ci} - (n-1),$$

где  $Z_c$  – показатель суммарного превышения уровня загрязнения снега, отобранного в черте города над фоном,  $n$  – число определяемых загрязнителей [3].

Исходя из ориентировочной шкалы оценки аэрогенных очагов загрязнения [3], можно сказать, что почти все исследуемые территории имеют низкий уровень загрязнения ( $Z_c < 64$ ), только район электроаппаратного завода ( $Z_c=85,57$ ), – средний уровень загрязнения ( $Z_c = 64-128$ ).

Таким образом, основными источниками загрязнения снежного покрова в г. Свободном являются выбросы котельных, бытовое загрязнение и автотранспорт. Все накапливаемые в снеге вещества имеют в основном антропогенное происхождение. Но в целом экологическая обстановка в городе не вызывает опасения, и снег по содержанию кислотообразующих ионов не является активным загрязнителем

окружающей среды. На половине точек отбора отмечено превышение ПДК для аммиака и ионов аммония (суммарного).

Исследования загрязнения снегового покрова в г. Свободном являются одним из пунктов дальнейшего экологического мониторинга в связи со строительством и вводом в эксплуатацию космодрома Восточный.

### Литература

1. ГН 2.1.5. 1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы. М: СТО АЯК, 2004. 214 с.
2. МУ РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. – М: Гос. комитет СССР по гидрометеорологии, 1991. 683 с.
3. Саг Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. и др. Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990. 335 с.

**Е.А. Бочкарева, А.А. Беяченко**

Саратовский государственный технический университет

## **ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И КАЧЕСТВО ВОДЫ МАЛЫХ РЕК ОКРЕСТНОСТЕЙ КРУПНЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ**

Безопасность малых рек для населения региона, их роль в формировании сообществ растений и животных во многом определяются химическим составом воды. При изменении интенсивности действия климатических и антропогенных факторов химический состав и, как следствие, качество воды могут существенно изменяться. В связи с этим проведение мониторинговых исследований состава воды этих источников представляется весьма актуальным.

Исследования проводились в окрестностях г. Саратова, Энгельса, Хвалынска и Маркса. В летний период 2010 г. были изучены 33 малые реки и их притока; анализировался химический состав (по 8 параметрам) и органолептические показатели (по 6 параметрам) 39 проб воды. Обработка результатов проводилась по стандартным статистическим методикам с использованием программы Statistica 6.0. Индекс загрязненности воды (ИЗВ) рассчитывался по следующей формуле:

$$ИЗВ = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \frac{C_i}{ПДК_i},$$

где:  $C_i$  – среднее значение определяемого показателя за период наблюдений;

$ПДК_i$  – предельно допустимая концентрация для данного загрязняющего вещества.

Полученные значения ИЗВ позволили отнести водные объекты к одному из шести классов загрязненности.

По химическому составу воды на основании кластерного анализа все реки были разделены на четыре группы. К первой группе относятся левосторонние притоки р. Волги (р. Большой Иргиз, Большой Караман, Малый Караман, Маянга, Вортуба, Лизель). Химические и органолептические показатели воды этих рек практически одинаковы. Превышение ПДК в 1,5-2 раза отмечено только для концентрации ионов аммония. Это связано с расположением вблизи рек населенных пунктов, дорог, полей, сельскохозяйственных угодий и указывает на свежее загрязнение. Повышение концентрации ионов аммония связано также с медленным течением рек этой группы.

Во вторую группу объединяются реки окрестностей г. Саратова (р. Курдюм, Елшанка, Ильиновка, Мордова). Существенные отличия химического состава воды этих рек от всех остальных связаны с высокой антропогенной нагрузкой на водосборные площади и значительным загрязнением из-за близости к городу. Превышения ПДК отмечены для многих химических соединений. Общая жесткость в среднем составляет 100 мг экв/л, что в первую очередь связано с наличием карбонатных осадочных пород, толщу которых прорезает речная долина. По этому показателю вода относится к классу очень жесткой. Окисляемость воды в среднем составляет 3,5 мг/л, это обусловлено содержанием в воде органических веществ и свидетельствует о загрязненности рек сточными водами и начинающейся эвтрофикации водоемов. Концентрация хлоридов составляет 100 мг/л, что указывает на загрязненность речной воды бытовыми отходами, однако ПДК по этому параметру не превышен. Значительное превышение предельно допустимой концентрации по ионам аммония и свободного аммиака, говорит о свежем загрязнении и о близком расположении его источника. Обнаружено также превышение концентрации нитритов, что свидетельствует о фекальном загрязнении воды. Органолептические показатели воды рек этой группы также неудовлетворительные: запах очень сильный, делающий воду совершенно непригодной для употребления, в основном плесневый или гнилостный. Осадок большой, глинистый или песчаный.

Реки третьей группы (р. Новаяблонка, Елшанка) стекают с северо-западного склона Приволжской возвышенности на территории Хвалынского района. Они характеризуются повышенными концентрациями ионов аммония (от 50 до 65 мг/л), свободного аммиака (от 1400 до 1500 мг/л) и окисляемости (в среднем около 2 мг/л). По водородному показателю вода относится к щелочной (рН в среднем равен 8,5 – 9,0). Превышения можно объяснить близким расположением к г. Хвалынску и некоторым другим крупным населенным пунктам Хвалынского района, территории вокруг которых активно используются в сельском хозяйстве.

Кроме того, некоторые из рек этой группы в период исследования не имели стока из-за аномально высоких летних температур.

К четвертой группе относятся правые притоки реки Терешки (р. Кулатка, Лебежайка, Избалык). У этой группы высоки значения окисляемости (до 3,1 мг/л). Превышение также наблюдается по концентрации аммония и свободного аммиака. Другие химические показатели воды этих рек находятся в пределах ПДК.

Химический состав воды рек небольшой протяженности, таких как Лебежайка, практически не изменяется на всем протяжении реки. Для рек значительной протяженности (р. Терешка, Терса, Чардым) характерны различия химического состава воды вблизи истока и устья. При приближении к устью наблюдается значительное увеличение концентраций хлоридов, ионов аммония и общей жесткости.

В соответствии с рассчитанным ИЗВ наиболее загрязненными оказываются частично пересыхающие реки (р. Живой ключ) или реки с медленным течением и большой водосборной площадью (р. Маза). При этом величина ИЗВ связана, прежде всего, с концентрациями аммиака и ионов аммония, так как превышения ПДК по этим показателям оказываются наиболее существенными. В среднем для левосторонних притоков р. Волги ИЗВ составляет 5,58, рек окрестностей г. Саратова – 6,4, левосторонних притоков р. Терсы – 12,4, правосторонних притоков р. Терешки – 9,0.

Таким образом, реки района исследования сильно отличаются по химическому составу и органолептическим показателям. Основными факторами, влияющими на химический состав воды малых рек, являются близость населенных пунктов, хозяйственная освоенность речной долины и водораздельных хребтов, а также протяженность реки и погодноклиматические условия. По величине индекса загрязненности воды большинство исследованных рек отнесены к очень грязным и чрезвычайно грязным.

**А.С. Ваганов, Е.С. Ваганова, Е.С. Климов**

Ульяновский государственный технический университет

## **СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТКАНЯХ И ОРГАНАХ ЛЕЩА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

Интерес к содержанию тяжелых металлов (ТМ) в рыбах резко возрос из-за увеличения антропогенной нагрузки на водные экосистемы. В отличие от других веществ, загрязняющих среду, металлы в естественных условиях не разрушаются, а лишь меняют форму нахождения [1].



Сведения о микроэлементном составе тканей и органов рыб можно использовать для оценки качества воды. Повышенное содержание в организме рыб металлов свидетельствует о значительной их концентрации в водной среде [1]. Данные о составе и количестве поллютантов в тканях (прежде всего, в мышечной) основных промысловых видов рыб имеют важное практическое значение, в связи с использованием их в пищу населением.

Цель работы – выявить закономерности распределения тяжелых металлов по органам леща (*Abramis brama* (Linnaeus, 1758)) Куйбышевского водохранилища в зависимости от пола и места обитания.

Объектами исследования явились ткани и органы лещей, обитающих в Черемшанском заливе и русловом участке Ундоровского плеса Куйбышевского водохранилища.

Лещ предпочитает медленнотекущие участки водохранилища. Типичный бентофаг. В Куйбышевском водохранилище живет повсеместно, обычный и многочисленный вид, является одним из главных объектов промысла [2].

Возраст рыб определялся по спилам первого луча вентрального плавника. Пол и стадия зрелости определялись в ходе исследования гонад.

Распределение поллютантов по тканям и органам леща, связанное с полом и районом обитания в Куйбышевском водохранилище, представлено в таблице.

Содержание ТМ в органах леща (возраста 8+), в зависимости от пола и места обитания, мг/кг сырой массы, 2010 г.

Ундоровский плес Куйбышевского водохранилища												
	самки (n=24)						самцы (n=18)					
	мышцы	жабры	чешуя	сердце	печень	гонады	мышцы	жабры	чешуя	сердце	печень	гонады
Zn	3,90 ± 0,16	3,10 ± 0,09	6,72 ± 0,27	5,31 ± 0,16	9,33 ± 0,37	16,98 ± 0,68	3,07 ± 0,18	3,06 ± 0,09	7,18 ± 0,43	5,10 ± 0,15	9,43 ± 0,57	15,73 ± 0,94
Fe	35,84 ± 1,43	85,07 ± 3,40	21,37 ± 0,86	43,45 ± 1,30	241,54 ± 9,66	48,26 ± 1,45	25,14 ± 1,51	34,31 ± 2,06	19,71 ± 1,18	37,66 ± 1,13	232,94 ± 13,98	45,73 ± 1,37
Cr	0,49 ± 0,02	0,13 ± 0,01	0,24 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,45 ± 0,03	0,03 ± 0,01	0,13 ± 0,01	0,31 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,05 ± 0,01
Cu	0,92 ± 0,04	0,37 ± 0,02	0,32 ± 0,02	0,62 ± 0,02	1,17 ± 0,05	0,20 ± 0,01	0,74 ± 0,05	0,29 ± 0,02	0,51 ± 0,03	0,60 ± 0,02	0,55 ± 0,03	0,26 ± 0,02
Pb	0,09 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,14 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,12 ± 0,01	0,01 ± 0,01
Черемшанский залив Куйбышевского водохранилища												
	самки (n=23)						самцы (n=20)					
	мышцы	жабры	чешуя	сердце	печень	гонады	мышцы	жабры	чешуя	сердце	печень	гонады
Zn	3,79 ± 0,12	3,10 ± 0,09	6,53 ± 0,20	5,35 ± 0,16	9,36 ± 0,28	16,78 ± 0,50	3,44 ± 0,10	3,07 ± 0,09	6,98 ± 0,21	5,10 ± 0,15	9,40 ± 0,28	15,35 ± 0,46
Fe	35,74 ± 1,07	84,63 ± 2,54	21,40 ± 0,64	43,62 ± 1,31	240,50 ± 7,22	47,96 ± 1,44	25,65 ± 0,77	36,51 ± 1,10	20,01 ± 0,60	38,01 ± 1,14	234,25 ± 7,03	45,65 ± 1,37
Cr	0,43 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,20 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,41 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,12 ± 0,01	0,31 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,05 ± 0,01
Cu	0,89 ± 0,03	0,31 ± 0,01	0,30 ± 0,01	0,53 ± 0,01	1,08 ± 0,03	0,20 ± 0,01	0,72 ± 0,02	0,28 ± 0,01	0,35 ± 0,01	0,56 ± 0,02	0,50 ± 0,02	0,23 ± 0,01
Pb	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,13 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,13 ± 0,01	0,01 ± 0,01

Из таблицы следует, что содержание поллютантов в органах самок обеих популяций леща преобладает над самцами из этих же биотопов.

Также видно, что рыбы из Ундоровского плеса аккумулируют большее количество исследуемых металлов. Исключение составляют цинк и железо в мышцах, жабрах, сердце и чешуе у самцов из Черемшанского залива.

Высокие концентрации железа и цинка связаны, в первую очередь, с естественным содержанием этих элементов в организме рыбы и участием их в метаболизме. Поэтому нельзя однозначно говорить степени аккумуляции данных биогенов из окружающей среды.

Среднее содержание Zn, Cr, Cu, и Pb не превышает допустимые концентрации. Железо в исследуемых тканях и органах варьирует от 19,71 (в чешуе) до 241,54 (в печени) мг/кг сырой массы (табл. 1.), что составляет от 0,7 ПДК до 8 ПДК соответственно.

В исследуемых популяциях леща хром концентрируется в мышцах, чешуе и жабрах у самок и в мышцах, сердце и чешуе у самцов.

Свинец и медь сконцентрированы в печени как у самок, так и у самцов.

Таким образом, в ходе работы были выявлены закономерности распределения тяжелых металлов по органам лещей в зависимости от пола и места обитания. Дальнейшее изучение этой проблемы необходимо не только для сохранения экосистемы водохранилища, но и для здоровья населения.

## Литература

1. Линник П.Н. Формы миграции тяжелых металлов и их действие на гидробионтов // Экспериментальная водная токсикология. Рига: Зинатне, 1986. Вып.2. С. 144-154.
2. Атлас пресноводных рыб России: в 2 т. Т.1./ под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука, 2003.С. 193-194.

**Е.С. Ваганова, А.С. Ваганов, О.А. Давыдова**

Ульяновский государственный технический университет

## **МОНИТОРИНГ ВЛИЯНИЯ ЖЕСКОСТИ ВОДЫ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ**

Тяжелые металлы (ТМ) способны к комплексообразованию, процессам гидролиза, миграции по компонентам водного баланса, не покидают водные экосистемы, а изменяют форму своего существования, отчего являются сильнейшими по действию поллютантами. При

организации экологического мониторинга необходимо изучать их содержание, возможные пути и факторы их поступления в речную сеть.

Объектом данного исследования явился приток р. Волги – р. Свияга, протекающая на территории Ульяновской области. На реках Ульяновской области отсутствует комплексная система наблюдения за содержанием ТМ в воде, донных отложениях (ДО), гидробионтах.

Целью данной работы является: исследование сезонной динамики содержания ТМ в воде, ДО, моллюсках р. Свияга; выявить влияние жесткости на распределение ТМ между компонентами.

В водных средах ТМ находятся в гидратированной форме и способны образовывать комплексы, состав которых зависит от рН раствора. Величина рН в природных водах в основном определяется соотношением между  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{CO}_3^{2-}$  [1].

По геологической основе, течение р. Свияга разделяют на: верхнее, сложенное третичными отложениями палеогена – пески, опока, среднее с образованиями мезозойского возраста – глинистые осадки, нижняя часть бассейна территория Республики Татарстан – представлена осадочными породами. На территории Ульяновской области расположено верхнее и среднее течение р. Свияги. Исследования проводились в весенний, летний и осенний периоды 2009 и 2010 гг.

В процессе изучения установлено, в воде р. Свияги преобладают  $\text{HCO}_3^-$ , среднее рН 8,2. Поэтому интересно исследовать влияние карбонатной жесткости (Жк) воды на распределение ТМ между компонентами водного баланса.

На всём течении р. Свияги прослеживается увеличение Жк вниз по течению. В течение года, с весны по осень Жк увеличивается в верхнем течении с 4,15 до 7,98 ммоль/л; в среднем течении – с 5,48 до 8,59 ммоль/л.

В период всего исследования содержание Fe, Zn, и Ni в ДО в верхнем течении выше. Высокогумусированные почвы богаты Cu и Zn [2], Fe образует прочные соединения с гумусовыми кислотами (ГК), возможно, этим объясняется такое сходство в пространственном распределении.

Несмотря на сходство в распределении по течению, величины коэффициентов корреляции ( $r_{xy}$ ) и регрессии ( $b_{yx}$ ) для ТМ различны. Вероятно, это зависит от особенностей металла. Превышение  $b_{yx}$  Cu и Zn верхнего течения над  $b_{yx}$  в среднем течении объясняется способностью этих ТМ хорошо сорбироваться на глинистых частицах. ДО с высоким содержанием глин и органического вещества могут удерживать эти элементы, что характерно для карбонатных почв.

В отношении Жк и содержания Fe в ДО отмечаются отрицательные  $r_{xy}$  и  $b_{yx}$ . Несмотря на то, что в верхнем течении его содержится больше,  $b_{yx}$  имеет высокое значение в среднем. В верхнем течении преобладают лесные почвы (богатые ГК). Вниз по течению почвы сменяются на черноземные (выщелоченные, карбонатные подтипы), возможно, со

снижением закомплексованности Fe с ГК увеличивается вероятность взаимодействия Fe с  $\text{HCO}_3^-$ . Между содержанием Ni, Cr и Жк  $r_{xy}$  высокие, а  $b_{yx}$  сравнительно не значительны. Возможно, определяющее условие – это низкое содержание в ДО Ni и Cr, максимальная концентрация которых 3,5 и 7,87 мг/кг соответственно (для сравнения Fe – 58,75 мг/кг, Zn – 35,6 мг/кг Cu – 10,5 мг/кг).

Коэффициенты биологического поглощения (КБП) в отношении моллюски/ДО выше в среднем течении. Установлены положительные  $r_{xy}$  между Жк и содержанием Fe, Cu и Zn в моллюсках, для Ni и Cr корреляции не обнаружено. Ряд КБП имеет следующий вид: Fe > Cr > Zn > Cu > Ni. Высокий КБП Cr объясняется тем, что он содержится в виде аниона  $\text{CrO}_4^{2-}$ , малоспособного к комплексообразованию [3].

Таким образом, установлено, что Жк существенное влияние оказывает на распределение Fe, полученные отрицательные  $r_{xy}$  и  $b_{yx}$  между Жк и содержанием в ДО, возможно, говорят о её влиянии на десорбцию Fe из ДО. В отношении Cu и Zn обнаруживаются одинаковые тенденции в снижении величин  $r_{xy}$  и  $b_{yx}$  между Жк и содержанием металлов в воде и ДО от верхнего к среднему течению. Незначительные  $b_{yx}$ , несмотря на высокие  $r_{xy}$  никеля и хрома, определяются их низким содержанием в ДО. На КБП существенное влияние оказывают индивидуальные химические свойства металла, в отношении Cr преобладает его водорастворимая форма нахождения в природных водах.

## Литература

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1953. 297с.
2. Экологические проблемы экологии (патология почв) / Горбачев В.Н., Бабинцева Р.М., Карпенко В.Д., Карпенко Л.В. Ульяновск, 2008. 141с.
3. Филенко О.Ф., Михеева И.В. Основы водной токсикологии. М.: Колос, 2007 144 с.

**В.А. Висич, А.С. Олькова**

Вятский государственный гуманитарный университет, г. Киров

## **ОЦЕНКА ИНТЕГРАЛЬНОЙ ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ОСТРЫХ И ХРОНИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ**

Загрязнение городской среды становится одной из проблем современного человека. Многие города, не являясь крупными промышленными центрами, испытывают значительную транспортную

нагрузку. При этом почва является аккумулярующим звеном экосистемы, способным «брать на себя» основное воздействие.

На базе Вятского государственного гуманитарного университета (г. Киров) разрабатывается научное направление оценки качества почв урбанизированных территорий. Методами исследований являются количественный химический анализ, биотестирование и биоиндикация.

*Цель исследования* – дать оценку интегральной токсичности почв г. Кирова методами биотестирования.

Пункты отбора проб почв разместили вблизи крупных автомобильных развязок г. Кирова. Для сравнения с относительно благоприятной городской средой также были отобраны пробы почв в двух парковых зонах города. Пробы были отобраны из двух генетических горизонтов: 0-10 см и 0-20 см. Отбор производили весной (апрель 2010 г., после схода снега) и осенью (сентябрь 2010 г., в засушливый период). Почва анализировалась на содержание ряда тяжелых металлов и наличие острой токсичности. При биотестировании использовали тест-объекты разных трофических групп: *Daphnia magna* (рачки дафнии) и *Paramecium caudatum* (инфузория-туфелька) [2, 3].

Методами атомно-абсорбционного анализа нами установлено превышение ПДК свинца от 1,5 до 3 раз.

Известно, что загрязняющие вещества часто находятся в почве в связанном состоянии, что препятствует адекватной оценке их токсичности. Например, даже при обнаружении в почве содержания свинца выше уровня предельно допустимой концентрации острая токсичность может быть не выявлена. Такая ситуация была установлена нами для почв, отобранных в зоне высокой транспортной нагрузки г. Кирова. Выявлено отсутствие острой токсичности по результатам биотестирования на *Daphnia magna* и *Paramecium caudatum*, в том числе и для проб, загрязненных выше установленных норм.

Биотестирование с использованием инфузорий свидетельствует о том, что токсикологическая характеристика почв ухудшается осенью по сравнению с весенним периодом: около 30% проб отличаются по показателю токсичности от контрольных значений, при этом согласно методике такие пробы характеризуются как нетоксичные. Следовательно, наблюдается лишь слабая тенденция, свидетельствующая о накоплении загрязняющих веществ в почве за летний период.

В опыте с дафниями незначительные отклонения от контрольных значений наблюдаются для проб почв одного из парков во втором генетическом горизонте и для пробы почвы, взятой на перекрестке улиц с высокой автотранспортной нагрузкой.

При анализе полученных результатов была поставлена задача исследовать хроническую токсичность почв по показателю плодовитости рачков *Daphnia magna* и их гибели за 24 дня.

В условиях хронического опыта даже незначительные дозы токсикантов проявили свое действие. На почвах г. Кирова показано, что водная вытяжка из почв за 24 дня экспозиции оказывает достоверное стимулирующее действие на плодовитость низших ракообразных *Daphnia magna*. Для парковых зон г. Кирова среднее количество родившейся молоди на одну самку за 24 дня составляет 21,8-45,4. Причём показания плодовитости выше во втором генетическом горизонте. Для зон с высокой автотранспортной нагрузкой 23,7-41,8. Выявленная стимуляция плодовитости (более 30%) указывает на хроническую токсичность почв. Известно, что многие токсиканты при низких дозах оказывают стимулирующее действие на показатели состояния экосистем, например, на продуктивность [1]. При этом для наиболее загрязненных образцов проявилась хроническая токсичность по критерию гибели рачков свыше 20%, что является показателем значительного угнетения среды.

Таким образом, установлено, что водная вытяжка почв парковых зон и зон с высокой автотранспортной нагрузкой оказывает стимулирующее действие на плодовитость *Daphnia magna*; показателем критического состояния почв может являться не только их острая токсичность, но и хроническая токсичность по показателю гибели особей.

### Литература

1. Марфенина О. Е. Микробиологические аспекты охраны почв. М.: Изд-во МГУ, 1991. 118 с.
2. Методика определения токсичности проб почв, донных отложений и осадков сточных вод экспресс-методом с применением прибора «Биотестер». СПб.: Спектр-М, 2010. 15 с.
3. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. М.: Акварос, 2007. 51 с.

**Н.Н. Гаврицкова, Т.Х. Гордеева**

Марийский государственный технический университет,  
г. Йошкар-Ола

### **РАЗНООБРАЗИЕ И СТРУКТУРА ФИТОФИЛЬНЫХ МИКРОМИЦЕТОВ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИТУАЦИЯХ г. ЙОШКАР-ОЛЫ**

Изучены грибы-микробицеты древесных пород, находящихся в различных экологических ситуациях города, проанализировано распределение микробицетов по трофическим связям, породам и

объектам, дана оценка встречаемости и степени опасности болезней, вызываемых этими патогенами.

Изучение грибов, развивающихся на растениях в городах, актуально, поскольку помогает оценить фитосанитарное состояние зеленых насаждений и правильно подобрать растения для озеленения. Значение зеленых насаждений в городах чрезвычайно велико. Являясь зеленым фильтром, они выполняют множество функций и, говоря об этом, нельзя переоценить их значение.

Как известно, в городских условиях растения подвергаются влиянию различных неблагоприятных факторов, бывают более ослаблены, чем в естественных местообитаниях, и более восприимчивы к различным заболеваниям, в том числе и вызываемыми грибами.

Специфика формирования видового состава микромицетов в городах обусловлена состоянием растений, с которыми тесно связана их жизнедеятельность. Многие грибы-микромицеты, являясь возбудителями серьезных заболеваний, наносят растениям-хозяевам существенный вред и в некоторых случаях приводят их к гибели.

Оценка состояния проводилась у наиболее распространенных лиственных пород, применяемых в озеленении г. Йошкар-Олы: липы мелколистной, клена остролистного, тополя бальзамического, березы повислой, вяза гладкого, яблони ягодной. Изучение грибов на древесных породах, произрастающих в городе, проводилось в различных экологических ситуациях: в парках и скверах города, в аллейных посадках вдоль автомобильных дорог и во дворах.

Наибольшее видовое разнообразие патогенных микромицетов наблюдалось на березе (таблица). Причем у березы во всех обследованных экологических ситуациях была примерно одинаковая распространенность фитофильных грибов.

У клена во дворах наблюдалось большее распространение пятнистостей и мучнистой росы, чем в аллейных посадках и парках. Это может быть связано с тем, что во дворах опавшая листва не убирается, а именно на ней сохраняется инокулюм для ежегодных новых заражений.

Среди факультативных сапротрофов наибольшая распространенность наблюдалась у возбудителя ступенчатого рака (*Nectria galligena*), который поражал чаще стволы клена в различных экологических ситуациях (в аллейных посадках – 75 %, во дворах и парках – 30 %). Поражение березы нектриевым раком было отмечено только в парках (36 %), поражение липы (во дворах единично, в парках – 15 %), у тополя – единичное поражение в парках.

Из факультативных паразитов на липе, березе, яблоне, вязе встречался возбудитель туберкуляриевого некроза (*Tubercularia vulgaris*).

Распределение патогенных микромицетов по экологическим группам

Порода	Экологические группы грибов			
	Паразиты	Факультативные сапротрофы	Факультативные паразиты	Сапротрофы
Липа	<i>Cercospora microsora</i> (3)*, <i>Gloeosporium tiliae</i> (3)	<i>Nectria galligena</i> (4), <i>Stigmina compacta</i> (4)	<i>Tubercularia vulgaris</i> (3)	<i>Fumago vegans</i> (2)
Тополь	<i>Pollacia radiosa</i> (3)	<i>Nectria galligena</i> (4)	<i>Cytospora chrisosperma</i> (3)	-
Береза	<i>Dothidella betulina</i> (3), <i>Phyllactinia guttata</i> (3), <i>Phyllosticta betulina</i> (3)	<i>Nectria galligena</i> (4)	<i>Tubercularia vulgaris</i> (3)	<i>Fumago vagans</i> (2), <i>Cytospora horrida</i> (1)
Клен	<i>Taphrina polyspora</i> (3), <i>Uncinula bicornis</i> (3), <i>Phyllosticta acericola</i> (3)	<i>Nectria galligena</i> (4)	<i>Tubercularia vulgaris</i> (3)	<i>Cytospora annulata</i> (1)
Яблоня	-	<i>Cytospora capitata</i> (3), <i>Sphaeropsis malorum</i> (4)	<i>Tubercularia vulgaris</i> (3)	-
Вяз	<i>Dothidella ulmi</i> (3)	<i>Stigmina compacta</i> (4), <i>Ophiostoma ulmi</i> (4)	<i>Tubercularia vulgaris</i> (3)	-

\* - в скобках указана категория опасности болезней

Во всех обследованных насаждениях на тополе наблюдалось сильное развитие цитоспороза от *Cytospora chrisosperma* (от 65% в парках до 80% в аллейных посадках и во дворах). Как известно, развитию данной патологии способствуют многие факторы, среди которых первостепенное значение имеют антропогенный и техногенный пресс.

Из сапротрофных грибов на липе и березе были отмечены возбудители черни и цитоспороза на сухих ветвях березы и клена.

Наибольшее количество опасных и потенциально опасных болезней с категориями 4 и 3 [1] было отмечено на липе, клене и березе. На этих же породах были обнаружены возбудители малоопасных и неопасных болезней с категориями 2 и 1.

Если оценивать зависимость устойчивости и жизнеспособности обследованных древесных пород по пораженности их болезнями 3 и 4 категорий (потенциально опасными и опасными), то худшее положение имеет липа, клен и береза, хотя по внешним морфологическим



индикаторным признакам по предыдущим нашим исследованиям береза была отнесена к породам с наилучшим фитопатологическим состоянием. Это говорит о том, что для точной оценки фитопатологического состояния насаждений необходимы серьезные исследования с применением всех методов диагностики возбудителей болезней, учетом их экологических групп и категории опасности заболеваний.

## Литература

1. Соколова Э.С. Видовой состав грибов-дендротрофов в городских насаждениях Москвы и Подмосковья // Лесной вестник. 1999. № 2(7). С. 140-165.

**Ю.Л. Герасимов, И.В. Дюжаева, А.В. Солодкая**

Самарский государственный университет

### **ЧЛЕНИСТОНОГИЕ ПРУДОВ НА УЛ. НОВО-САДОВОЙ (г. САМАРА ) В 2010 году**

Нами исследовались экосистемы двух прудов, расположенных возле ул. Ново-Садовой г. Самары в районе т/ц «Пирамида». Пруды созданы в начале XX в. путём сооружения плотины в овраге, использовались для разведения рыбы. Пруды разделены дамбой шириной до 5 м. Дамба расположена перпендикулярно ул. Ново-Садовой, поэтому мы обозначили эти пруды как Левый и Правый. Концы дамбы, примыкающие к берегу, осели, так что пруды весной соединяются в один водоём, посередине которого центральная часть дамбы с крупными деревьями образует вытянутый островок длиной до 50 м. Пруды питаются атмосферными осадками и грунтовыми водами, летом не пересыхают. Площадь Левого пруда в начале лета до 0,40 га, Правого – до 0,25 га, глубина 1,2 и 1,6 м соответственно. В прибрежной полосе прудов развиваются заросли водовоздушных растений (рогоз узколистный, рогоз широколистный, частуха подорожниковая, манник большой, ежеголовник прямой). Из погружённых растений обильно развивается элодея канадская. Значительную часть поверхности водоема покрывает ряска малая. Температура воды до +27,3<sup>0</sup>С (5 августа). Прозрачность 1,0-1,2 м по диску Секки.

По берегам прудов – кольцо крупных старых деревьев, кустарники. С трёх сторон прудов на расстоянии 100-200 м от берега находятся многоэтажные жилые дома, с юго-восточной стороны проходит улица Ново-Садовая с интенсивным автомобильным движением. Между улицей и прудами – небольшой сквер с детской площадкой. Площадка, дамба и

пологие берега – место отдыха жителей окружающих домов. Как следствие, на берегах и мелководьях бытовой мусор.

#### Методы исследования

Экосистемы прудов изучаются нами с 2008 г. Сбор проб проводили в мае-октябре 2010 г. планктонной сетью, сачком и батометром по общепринятым методикам.

Определение ракообразных, насекомых и их личинок (кроме личинок хирономид) проводили до вида. Определение клещей до вида не проводили, лишь некоторые особи определены до рода.

#### Результаты и обсуждение

В 2010 году в пробах обнаружены 28 видов ракообразных из 5 отрядов, 10 семейств и 25 родов.

П/кл Maxillopoda, отр Copepoda, п/отр.Cyclopoidae, сем.Cyclopidae

Подсем.Cyclopinae: *Acanthocyclops bicuspidatus* Claus, 1857; *Cyclops strenuus* (Fisher, 1851); *C.vicinis* Uljanin, 1875; *Eucyclops serrulatus* (Fisher, 1851); *Paracyclops fimbriatus* (Fisher, 1853) и *Thermocyclops oithonoides* Sars, 1863.

П/отр. Calanoida, сем. Eudiaptomidae: *Eudiaptomus graciloides* (Lilljeborg, 1888).

П/отр.Harpacticoida: Harpacticoida sp.

П/кл Branchiopoda, Н/отр Cladocera, Отр.Daphniiformes

Сем.Bosminidae: *Bosmina longirostris* (O.F.Muller, 1785)

Сем.Chydoridae: *Alona* sp.; *Campocercus rectirostris* Schoedler, 1862; *Chydorus sphaericus* (O.F.Muller, 1785); *Graptoleberis testudinaria* (Fisher 1848); *Pleuroxus aduncus* (Jurine, 1820); *Rhynchoalona rostrata* (Koch, 1841).

Сем.Daphniidae: *Ceriodaphnia quadrangula* (O.F.Muller, 1785); *Daphnia cucullata* Sars, 1862; *D.longispina* O.F.Muller, 1785; *Scapholeberis mucronata* (O.F.Muller, 1776); *Simocephalus serrulatus* (Koch, 1841); *S.vetulus* (O.F.Muller, 1776).

Сем.Macrothricidae: *Macrothrix laticornis* (Jurine, 1820).

Сем. Moinidae: *Moina brachiata* (Jurine, 1820).

Сем.Sididae: *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin, 1848); *Sida cristallina* (O.F.Muller, 1776).

Отр. Polyphemiformes, сем. Polyphemidae: *Polyphemus pediculus* (Linne, 1778)

П/кл Ostracoda, сем. Cyprididae, п/с Eucypridinae: *Eucypris nobilis* (G.O.Sars, 1901); *Dolerocypris sinensis* G.O.Sars, 1903.

П/сем. Herpetocyprididae: *Herpetocypris reptans* Baird, 1835.

Все вышеперечисленные виды были выявлены в обоих прудах, но численности популяций примерно половины из этих видов сильно (до 2-5 раз) различались в Правом и Левом прудах.

В 2010 году в пробах обнаружены личинки 17-и идентифицированных видов водных насекомых, а также определенные до рода представители отряда Plecoptera и семейства Sirphidae.

Отр. Collembola, сем. Poduridae: *Podura aquatica* L.

Отряд Ephemeroptera, Сем. Baetidae: *Cloeon dipterum* L. Сем. Caenidae: *Caenis horaria* L.

Отряд Odonata, Сем. Coenagrionidae: *Coenagrion armatum* (Charp), *C.hastulatum* (Charp), *Erythromma nayas* Hans. Сем. Libellulidae: *Sympetrum sanguineum* Muell.

Отряд Plecoptera: *Nemoura* sp.

Отряд Trichoptera, Подотряд Integripalpia, Сем. Leptoceridae: *Leptocerus tineiformes* L.

Отряд Hemiptera, Сем. Corixidae: *Sigara striata* L., Сем. Naucoridae: *Iliocoris cimicoides* L. Сем. Notonectidae: *Notonecta reuteri* Hung. Сем. Nepidae: *Ranatra linearis* L.

Отряд Coleoptera, Сем. Dytiscidae: *Acilus sulcatus* L

Отряд Diptera, Сем. Ceratopogonidae: *Bezzia xantocephala* Goet., *Palpomyia tibialis* Meig. Сем. Chaoboridae: *Chaoborus cristallinus* de Geer, 1776; Сем. Chironomidae: Chironomidae spp. Сем. Culicidae: *Culex modestus* Fic. Сем. Sirphidae: *Eristalis* sp.

Из вышеперечисленных видов в Правом пруду обнаружены *Cl.dipterum*, *C.horaria*, *Cul.modestus*, *S.sanguineum*, *Coen.armatum*, *Eristalis* sp., *L.tineiformes*, *Sig.striata*, *Il.cimicoides*, *N.reuteri*, *Pal.tibialis*, *P.aquatica*.

В Левом пруду найдены *Ac.sulcatus*, *B.xantocephala*, *Ch.cristallinus*, *Cl.dipterum*, *C.horaria*, *Coen.armatum*, *Coen.hastulatum*, *Cul.modestus*, *Er.nayas*, *Il.cimicoides*, *L.tineiformes*, *Nemoura* sp., *N.reuteri*, *Pal.tibialis*, *P.aquatica*, *R.linearis*, *S.striata*.

12 найденных видов являются общими для обоих прудов, 5 обнаружены только в Левом пруду. Связано это, возможно, с тем, что в этом более мелководном пруду гораздо сильнее развиваются заросли погруженных растений.

При этом наиболее многочисленной (до 287 экз/м<sup>2</sup> в конце июля месяца) была популяция *Cloeon dipterum* в Правом пруду. Численность остальных видов редко превышала 10 экз/ м<sup>2</sup> и они встречались в пробах нерегулярно. *A.sulcatus* был пойман только один раз.

Скорее всего, продолжение данного исследования позволит выявить еще несколько видов водных насекомых.

Во всех пробах встречались водные клещи нескольких видов. Наиболее многочисленны были представители родов *Unionicola* и *Pioma*. 68% всех пойманных клещей – неполовозрелые особи. Численность водных клещей достигала 120 экз/м<sup>2</sup>.

Таким образом, в водоёме, расположенном в районе многоэтажной жилой застройки, возле автомагистрали с очень оживлённым движением

автотранспорта существует многовидовое сообщество членистоногих: ракообразных, насекомых и клещей. Если учесть еще и наличие более 30 видов коловраток, это свидетельствует об относительно благополучном состоянии экосистемы данного городского водоёма.

**А.В. Горовцов**

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

### **МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ УРБАНОЗЕМОВ КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

В настоящее время все больше внимания уделяется поиску перспективных методов мониторинга и биоиндикации состояния окружающей среды. Однако до недавнего времени лишь небольшое число таких работ было посвящено расширению методической базы экологии крупных городов. Большинство работ сводилось к использованию классических методов определения уровня антропогенной нагрузки на урбоэкосистемы с помощью оценки содержания тяжелых металлов в почве и в воздухе, изучению распределения выбросов от крупных промышленных предприятий, автомагистралей и пр. Такие исследования сообщают весьма важную информацию, однако в них не учитывается то, что антропогенная нагрузка в условиях города складывается из множества одновременно действующих факторов, и выделение лишь одного или нескольких из них не позволяет дать адекватную оценку состояния урбоэкосистемы.

Альтернативой описанным методам служит использование биоиндикаторов, что позволяет оценить сразу весь комплекс негативных факторов, действующих на живые организмы. Наиболее перспективным нам представляется исследование городских почв. Почвы, формирующиеся в урбоэкосистеме, аналогично естественным почвам выполняют роль базисной составляющей, в них замыкаются биогеохимические круговороты веществ, происходят биохимическое преобразование культурного насыпного слоя, трансформация поверхностных вод в грунтовые, они являются питательным субстратом для растений [1]. Кроме того, почва – единственный стационарный компонент урбоэкосистемы, тогда как вода и воздух являются транзиторными средами. Наконец, в урбаноземах существует естественно сложившееся сообщество микроорганизмов, которое, на наш взгляд, и является универсальным биоиндикатором, исследование которого позволяет оценить как состояние урбанозема, так и городской среды

вообще. Микробное сообщество почвы чутко реагирует на изменения в окружающей среде, в нем изменяется количественное соотношение микроорганизмов и доминирующие виды. Целью настоящей работы является демонстрация перспективности использования микробиологических показателей в оценке антропогенного пресса, развивающегося в условиях крупного города, на примере анализа микробиологической активности урбаноземов г. Ростова-на-Дону.

#### Материалы и методы

Объектом данного исследования были почвы г. Ростова-на-Дону, отобранные в разных функциональных зонах: жилой (урбаноземы, частично экранированные с черноземами и урбаночерноземами), рекреационной (черноземы обыкновенные карбонатные, частично экранированные), промышленной (индустриземы с участием экранированных урбаноземов и реплантоземов) и зоне максимального загрязнения (урбаноземы сильно экранированные) [2]. Отбор образцов почвы проводили в жилой, промышленной, рекреационной, а также зоне максимального загрязнения. Отбор образцов проводился с глубин 0-20 см и 20-40 см на опытных площадках площадью 25 м<sup>2</sup>, которые имели характерные черты, свойственные данной зоне. Все площадки были расположены на газонной территории с хорошо развитым травянистым покровом, в 7-8 метрах от проезжей части. Пробы почвы высевались по методу серийных разведений на плотные агаровые среды МПА и КАА для учета численности аминогетеротрофных и аминоавтотрофных бактерий. На среде МПА по морфологии колоний выделялись доминирующие виды бактерий. Доминирующим считался вид, давший 70% однотипных колоний и более. Изолированные культуры подвергались видовой идентификации по физиолого-биохимическим признакам согласно определителям [3,4].

#### Результаты и их обсуждение

Численность аминоавтотрофов оказалась максимальной в почвах промышленной зоны и составила  $3,69 \cdot 10^6$  КОЕ/г почвы, а минимальное значение для данной группировки было получено для рекреационной зоны и составило  $0,84 \cdot 10^6$  КОЕ/г почвы. Для аминогетеротрофов максимальное значение составило  $3,43 \cdot 10^6$  КОЕ/г почвы в зоне максимального загрязнения, а минимальное составило  $0,89 \cdot 10^6$  КОЕ/г почвы в рекреационной зоне (см.таблицу).

Таким образом, разброс значений оказался достаточно существенным, что говорит о значительных различиях в комплексе антропогенных факторов, действующих на урбаноземы в разных функциональных зонах. Установлено стимулирующее влияние высоких уровней загрязнения на численность почвенных бактерий. Этот эффект особенно ярко проявляется на примере группировки аминогетеротрофов,

увеличение численности бактерий по сравнению с относительно незагрязненной рекреационной зоной составляет до 3,5 раза.

Численность аминогетеротрофов и аминоавтотрофов в почвах г. Ростова-на-Дону

П/тип почв	Глубина, см	Аминогетеротрофы *10 <sup>6</sup> КОЕ/г	Аминоавтотрофы *10 <sup>6</sup> КОЕ/г	Доминирующие виды
Жилая	0-20	0,94±0,16	2,28±0,02	<i>Bacillus cereus</i> <i>B.panthotenticus</i>
	20-40	1,11±0,09	1,40±0,14	<i>B.cereus</i>
Рекреационная	0-20	0,89±0,21	0,84±0,10	<i>B. panthotenticus</i>
	20-40	1,20±0,16	3,35±0,03	<i>B. panthotenticus</i>
Промышленная	0-20	2,81±0,07	3,69±0,30	
	20-40	1,07±0,21	2,00±0,42	<i>Pseudomonas aureofaciens</i>
Зона максимального загрязнения	0-20	3,12±0,01	2,13±0,84	
	20-40	3,43±0,02	1,69±0,54	

В ходе анализа видового состава исследованных почв было установлено, что в почвах Ростова-на-Дону в половине образцов доминирующим видом является *Bacillus panthotenticus*, в двух – *B. cereus*, и в одном – *Pseudomonas aureofaciens*. *B. cereus* оказался доминирующим видом в нижнем почвенном слое жилой зоны, тогда как в верхнем слое доминирующими оказались два вида – *B. cereus* и *B. panthotenticus*. В рекреационной зоне г. Ростова единственным доминирующим видом в обоих слоях почвы оказался *B. panthotenticus*, а в нижнем слое промышленной зоны – *P. aureofaciens*. Приведенные данные свидетельствуют, что под воздействием антропогенных факторов существенные сдвиги претерпевает не только количественный, но и качественный состав почвенной микрофлоры.

Таким образом, комплексное исследование микробного сообщества городских почв позволяет дать адекватную оценку состоянию городских почв и уровню антропогенной нагрузки в целом, что открывает пути к созданию системы мониторинга состояния городской среды по микробиологическим показателям.

## Литература

1. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах. М.: Наука, 1990 . 150 с.
2. Приваленко В.В., Безуглова О.С. Экологические проблемы антропогенных ландшафтов Ростовской области. Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2003. 288 с.
3. Определитель бактерий Берджи: в 2 т. / под ред. Хоулта Дж.,Крига Н., Снита П., Стейли Дж., Уильямса С.М.:Мир, 1997. Т1. 432 с; Т2. 368 с.
4. Скворцова И.Н. Идентификация почвенных бактерий рода *Bacillus*. М.:Изд-во Моск. ун-та, 1984. 26 с.

## **БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КАМОВЫХ ЛАНДШАФТОВ ЛЕНИНГРАДСКОЙ И ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТЕЙ**

*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 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.

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
$\frac{105,8}{0,0106}$	$\frac{6893,9}{0,6894}$	$\frac{30,03}{0,003}$	$\frac{58,95}{0,0059}$	$\frac{66,54}{0,0067}$	$\frac{22,67}{0,0023}$	$\frac{72,16}{0,0072}$	$\frac{40,0}{0,004}$

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 *V. myrtillus* отмечаются пониженные по сравнению с региональным фоном значения по Mn, Fe и Ni, для *P. 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 ( $K_M$ ) (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 2

Коэффициенты местной миграции ( $K_M$ ) для почв камовых ландшафтов Ленинградской области

Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Co	Sr	Pb
0,66	1,1	1,99	1,25	1,51	0,7	1,1	1,55



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 областей 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 *V. myrtillus* отмечаются пониженные по сравнению с региональным фоном значения по Mn, Fe и Ni, для *P. schreberi* по Fe, Ni, Cu, Co и Pb.

Таблица 3

Средние валовые содержания химических элементов в растениях камовых ландшафтов Ленинградской и Псковской областей

Растение	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Co	Cd	Pb
Ленинградская область (в числителе – мг/кг сухого в-ва; в знаменателе – % в золе)								
<i>Pinus sylvestris</i> корка	$\frac{24,91}{0,2438}$	$\frac{31,69}{0,3284}$	$\frac{0,83}{0,0078}$	$\frac{2,19}{0,0216}$	$\frac{14,26}{0,1338}$	$\frac{0,2}{0,0026}$	$\frac{0,15}{0,0013}$	$\frac{1,77}{0,0179}$
<i>Vaccinium myrtillus</i> надземная часть	$\frac{1311,7}{3,3759}$	$\frac{41,37}{0,113}$	$\frac{0,77}{0,0022}$	$\frac{4,22}{0,0111}$	$\frac{18,07}{0,0466}$	-	$\frac{0,08}{0,0002}$	$\frac{2,51}{0,0074}$
<i>Pleurozium schreberi</i> надземная часть	$\frac{422,6}{0,8797}$	$\frac{393,6}{0,5782}$	$\frac{4,67}{0,0053}$	$\frac{9,57}{0,0118}$	$\frac{50,66}{0,1019}$	$\frac{0,65}{0,0009}$	$\frac{0,24}{0,0004}$	$\frac{3,49}{0,0081}$
Себежский национальный парк (Псковская область), мг/кг сухого в-ва								
<i>Pinus sylvestris</i> корка	92,79	372,9	1,5	18,6	31	-	0,4	5,2
<i>Vaccinium myrtillus</i> надземная часть	2760,4	203,4	1,5	10,3	33,8	-	0,04	0,9
<i>Pleurozium schreberi</i>	414,3	1162,7	2,5	13,7	50	-	0,3	8,8

Таким образом, заложенные пробные площадки, на исследованных территориях могут быть предложены к рассмотрению в качестве объектов фонового мониторинга, так как, большинство исследуемых ландшафтов

расположены на ООПТ и являются «памятниками природы», заказниками и национальными парками, расположенными вдали от крупных промышленных центров.

**И.С. Еремеев, С.В. Марчук**

Государственная академия жилищно-коммунального хозяйства,  
Киев, Украина

## **МОНИТОРИНГ ХРАНИЛИЩ ТОКСИЧНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ВОЗМОЖНЫХ ПРИРОДНЫХ КАТАКЛИЗМОВ**

Проблемы менеджмента в сфере обращения с различными отходами связаны с необходимостью защиты окружающей среды от распространения, в первую очередь, токсичных загрязнений (ТЗ). Миграция ТЗ за пределы хранилищ обусловлена двумя факторами: диффузионными процессами, которые характеризуются чрезвычайно низкой скоростью протекания, и прямым выходом ТЗ из-за разгерметизации контейнмента, которая может быть обусловлена последствиями стихийных явлений, аварий или террористических актов. Контроль за их миграцией должен включать определение уровня загрязнений в определенных (критических) точках, сравнение значений ТЗ с допустимыми уровнями загрязнений и уровнями, которые наблюдались во время предыдущих наблюдений, вычисление трендов и выработку рекомендаций относительно дальнейшей судьбы хранилища. В условиях нормальной эксплуатации таких хранилищ скорость миграции токсичных загрязнений (ТЗ) в окружающую среду весьма мала, и задачей рутинного мониторинга является подтверждение безопасных условий хранения ТЗ и выявление тенденций к нарушению стабильности контейнментов. Однако во время катастрофических явлений всё меняется, причем переход от рутинного мониторинга к каузальному лучше осуществлять не путем выявления значительных концентраций ТЗ за пределами хранилищ (что будет всегда осуществляться с запаздыванием), а на основе косвенной информации, например данных о землетрясении, паводке, торнадо, пожаре или террористическом акте, которые могли бы повлиять на герметичность хранилищ. Ниже предлагаются эвристики, которые обуславливают введение того или иного режима мониторинга. Рассмотрим их.

1. **ЕСЛИ** ([динамика пятна ТЗ находится в пределах  $2\sigma$  (ПТСТАБ)] **И** [отсутствовали в течение предыдущего цикла измерения природные либо техногенные катастрофы (ПТК), т.е.  $ПТК=0$ ]), **ТО** [режим мониторинга – рутинный (МОНР)].

*Здесь  $\sigma$  – значение стандартного отклонения*

2. **ЕСЛИ** [ПТСТАБ] **И** [имели место ПТК, т.е. ПТК=1], **ТО** [наряду с МОНР предусмотреть каузальный мониторинг (КМ) точек, находящихся со стороны направления от эпицентра катастрофы (ТЭЦ), т.е. МОНР+КМТЭЦ].

3. **ЕСЛИ** [ПТСТАБ] **И** [наблюдается тенденция увеличения в среднем монотонного сдвига пятна ТЗ в одну и ту же сторону в пределах  $2\sigma$  (ТМС $2\sigma$ )], **ТО** [МОНР + КМНМС] (*здесь КМНМС – каузальный дополнительный мониторинг точек в направлении монотонного сдвига пятна ТЗ*).

4. **ЕСЛИ** [ПТСТАБ] **И** [ПТК=0] **И** [НСТАБНК], **ТО** [проверить адекватность модели распространения ТЗ (ПАМТЗ)].

Здесь ПЛНСТАБ – выявление тенденции выхода пятна ТЗ за пределы  $2\sigma$ , НСТАБНК – динамика пятна ТЗ не является катастрофической.

*Проверка модели реализуется путем выявления её чувствительности к изменению параметров. Допустим и иной шаг (если есть несколько адекватных моделей динамики пятна ТЗ): реализуется моделирование с использованием ряда моделей и за основу принимается та модель, у которой метрика прогнозируемых в конкретных точках распределений пятен ТЗ минимальна относительно реального распределения ТЗ в тех же точках.*

5. **ЕСЛИ** [ПТНСТАБ<sub>n-1</sub>] **И** [ПТНСТАБ<sub>n</sub>] **И** [НСТАБНК] **И** [ПТК=0] **И** [векторы сдвига пятен ТЗ не находятся в одном квадранте или ВСНКВ]), **ТО** [ПАМТЗ].

*Здесь ПТНСТАБ<sub>n-1</sub> и ПТНСТАБ<sub>n</sub> – выявленная динамика пятен ТЗ в (n-1) – м и n-м циклах измерений.*

6. **ЕСЛИ** [ПТНСТАБ<sub>n-1</sub>] **И** [ПТНСТАБ<sub>n</sub>] **И** [НСТАБНК] **И** [ПТК=0] **И** [векторы сдвига пятен ТЗ находятся в одном квадранте или ВСОКВ]), **ТО** ([ПАМТЗ] **И** [проанализировать герметичность хранилища или его отдельных блоков или АГХБ]).

7. **ЕСЛИ** ([НСТАБК] **И** [ПТК=1] **И** [ВСНКВ]), **ТО** ([необходимо перейти на критический режим мониторинга КРМ ] **И** [использовать критические модели распространения ТЗ, т.е. КМТЗ])

*КРМ предполагает смену диапазона – вместо минимально возможного порога – порог на порядок больший, смену частоты измерений параметров во всех точках вокруг хранилища с выборочным измерением (внеочередным) в тех точках, где параметры имеют максимальные значения. КМТЗ – модели, связанные с образованием каналов, вдоль которых распространение ТЗ осуществляется более интенсивно*

8. **ЕСЛИ** ([НСТАБК] **И** [ПТК=1] **И** [ВСОКВ]), **ТО** ([КРМ] **И** [КМТЗ] **И** [рекомендации относительно возведения искусственного защитного барьера на пути движения пятна ТЗ - РВИЗБ] (*если это движение осуществляется в сторону населенных пунктов, точек водозабора для нужд населения и т.п.*).

Выполнение процедур, описанных выше, будет способствовать эффективной и достоверной оценке состояния окружающей среды в зоне влияния хранилищ ТЗ, а также прогнозированию его динамики и обеспечит своевременное принятие мер с целью минимизации негативного влияния хранилищ ТЗ на экосферу городов.

**И.А. Жирнихина**

Ульяновский государственный университет

## **ОЦЕНКА ЗАСОЛЕННОСТИ ПОЧВ НА ОРГАНИЗМЕННОМ УРОВНЕ**

Поскольку оценка качества почвы приобретает в настоящее время жизненно важное значение, необходимо определять как реально существующую, так и возможную в будущем степень нарушения окружающей среды под влиянием антропогенных факторов. Для этой цели используют биологический подход, который развивается в рамках направления, которое получило название биоиндикации и биомониторинга. В основе принципа биологической диагностики и индикации почв лежит представление о том, что почва является средой обитания популяций разных организмов и составляет с ними единую систему.

Объектом исследования является исследуемая почва (солодь луговая тяжелосуглинистая), контроль – чернозем типичный среднегумусный среднемощный тяжелосуглинистый. Тест-организм – дафния (*Daphnia magna* Straus, *Cladocera*, *Crustacea*). Метод исследования – определение степени засоления почвы с помощью установления процента смертности тест-объекта (дафния).

Дафнии – наиболее часто используемый тест-объект для определения токсичности воды. Метод позволяет определить токсичность сточных и природных вод, водных вытяжек из почв. Методика основана на определении смертности дафний (*D. magna* Straus, *Cladocera*, *Crustacea*) при воздействии токсических веществ, присутствующих в исследуемой водной среде по сравнению с контрольной культурой в пробах, не содержащих токсических веществ (контроль).

Острое токсическое действие исследуемой водной вытяжки из почв на дафний определяется по их смертности за определенный период экспозиции. Критерием острой токсичности служит гибель 50% и более дафний в исследуемой воде в течение 24, 48 или 96 ч при условии, что в контрольном эксперименте гибель не превышает 10 %.

## Условия и результаты биотестирования

1	Дата отбора проб	Июль 2008 г.
2	Место отбора	Цильнинский р-он, с. Новая воля, фермерское хозяйство
3	Используемый тест-организм, возраст	Дафнии, возраст менее 24 ч, разница между особями не более 8 ч
4	Место биотести-рования и условия	Люминостат, $t = 20 \pm 2$ °С, фотопериод: 16 ч – световой, 8 – ночной, освещенность искусственная (550 лк)
5	Режим кормления	1 см <sup>3</sup> суспензии водорослей <i>Chlorella</i> на 100 см <sup>3</sup> исследуемой воды ежедневно
6	Повторности для каждой концентрации	Две
7	Смена растворов	Не менялись
8	Исследуемые концентрации водной вытяжки из почвы	1; 10; 50; 100 %
9	Соответствующая степень разбавления водной вытяжки из почвы	Разбавления в 100; 10; 2; 1 (без разбавления) раз
10	t, рН, O <sub>2</sub> в исследуемой воде	Измерения перед началом биотестирования и при завершении экспериментов – все показатели в пределах установленных в методике оптимальных значений
11	ЛКР50-96	<1
12	БКР10-96	4,51
13	Оценка тестируемой пробы	Не оказывает острое токсическое значение

В экспериментах по определению острого токсического действия устанавливают: а) среднюю летальную концентрацию отдельных веществ (кратность разбавления водной вытяжки из почв), вызывающую гибель 50% и более тест-организмов (ЛК50-96, ЛКР50-96); б) безвредную (не вызывающую эффекта острой токсичности) концентрацию отдельных веществ (кратность разбавления водной вытяжки из почв), вызывающую гибель не более 10% тест-организмов (БК10-96, БКР10-96).

В результате исследования при определении острой токсичности водной вытяжки из почвы и ее разбавлений были установлены:

– средняя летальная кратность разбавления водной вытяжки из почвы, вызывающая гибель 50% тест-объектов за 96-часовую экспозицию: ЛКР<sub>50-96</sub> < 1.

– безвредная кратность разбавления водной вытяжки из почвы, вызывающая гибель не более 10% тест-объектов за 96-часовую экспозицию БКР<sub>10-96</sub> = 4,51.

Для определения острой токсичности водной вытяжки рассчитывается процент погибших в тестируемой воде дафний (А, %) по сравнению с контролем за 96 часов:

$$A = (XK - XT) / XK \times 100\% ,$$

где **ХК** и **ХТ** – среднее арифметическое количество выживших дафний в контроле и тестируемой воде.

1. При  $A \leq 10 \%$  тестируемая водная вытяжка не оказывает острого токсического действия (безвредная кратность разбавления).
2. При  $A \geq 50 \%$  тестируемая водная вытяжка оказывает острое токсическое действие (средняя летальная кратность разбавления).
3. Проба воды оценивается как обладающая острой токсичностью, если за 24 ч биотестирования в ней гибнет 50% и более дафний по сравнению с контролем.

В тестируемой водной вытяжке из почвы (100%) процент погибших дафний:

$$A = (10 - 6)/10 \times 100\% = 40\% \text{ за 96 часов}$$

Таблица 2

Результаты определения острой токсичности водной вытяжки из почв

Дата, время, место отбора пробы	Исследуемая концентрация водной вытяжки, %	Время от начала биотестирования	Количество выживших дафний (ср. арифм. по параллельным сериям)		Смертность дафний в опыте, в % к контролю	Оценка качества водной среды	
			в контроле	в опыте		ЛКР 50-96	БКР 10-96
Июль 2008 г, Цильнинский р-н, с. Новая воля, фермерское хозяйство	1	через 96 ч	10	10	0	<1, отсутствует	4,51
	10		10	10	0		
	50		10	8	20		
	100		10	6	40		

Из данной таблицы видно, что концентрация водной вытяжки из почвы от 1 до 10 % не оказывает влияния на выживаемость дафний; при 50 % концентрации – смертность достигла 20 % тест-организмов: погибли 2 особи из 10; при 100 % – 40 % особей: 4 из 10.

Безвредная кратность разбавленной водной вытяжки из почвы, вызывающая гибель не более 10 % тест-объектов за 96 часовую экспозицию:  $БКР_{10-96} = 4,51$ , а средняя летальная кратность разбавления водной вытяжки из почвы, вызывающая гибель 50% организмов за 96 часовую экспозицию:  $ЛКР_{50-96} < 1$ , в данном опыте отсутствует.

В результате проведенных исследований установлено, что водная вытяжка из почв не оказывает острого токсического действия на тест - организмы (дафнии), так как средняя летальная кратность разбавления не была установлена ( $ЛКР_{50-96}$ ), гибель тест-объектов в исследуемой водной среде (100 % концентрация, без разбавлений) составила 40 %: 4 из 10 особей. Несмотря на это, можно сказать о значительном содержании

солей в исследуемой почве и их влиянии на гибель в тестируемой воде дафний при значении А (процент погибших в тестируемой воде дафний) от 10 до 40%, что говорит о средней токсичности водной вытяжки из почв.

**Р.С. Зокиров, Я.Р. Хомидов**

Худжандский государственный университет им. академика Б. Гафурова  
Республика Таджикистан

## **ОЦЕНКА ВИДОВОГО СОСТАВА ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ г. ХУДЖАНДА**

Худжанд – культурный и административный центр Согдийской области Республики Таджикистан, второй город в республике по числу жителей и объему производства. В городе с каждым годом увеличивается количество автотранспортных средств, из них более 8000 – личные легковые автомобили, половина из которых эксплуатируется более 10 лет. В составе выбросов в атмосферу от транспортных средств содержится более 200 загрязняющих веществ, преобладающими из которых, согласно [1], являются свинец и его соединения, диоксид серы и азота, оксид углерода, формальдегид, бенз(а)пирен, сажа, бензин, керосин. Это является дополнительным фактором загрязнения окружающей среды г. Худжанда.

Одним из способов улучшения экологической обстановки в городах является создание рациональной системы озеленения. При планировании системы озеленения в городах необходимо учитывать эколого-биологические характеристики насаждений, устойчивость растений к комплексу негативных факторов, климатические условия региона, специфику промышленности и транспортной сети.

В связи с вышесказанным на первом этапе работы в данном направлении представляется интересным изучить видовой состав древесных насаждений г. Худжанда. Исследования выполнены в 2009-2010 гг. маршрутным методом, при необходимости собирался гербарий. Методическими пособиями служили «Растения для декоративного садоводства Таджикистана» (1986) [2], «Определитель растений Северного Таджикистана» (1967) [3], «Определитель сосудистых растений Таджикистана» (1999) [4]. Для исключения ошибок и получения более объективной информации по видовому составу и количеству древесных насаждений парков, улиц и магистралей г. Худжанда полученные нами данные были сопоставлены с данными треста «Зеленстрой» г. Худжанда. Всего обследовано 29 наименований улиц, включая парки г. Худжанда.

Анализ видового состава показал, что в зеленых насаждениях г. Худжанда представлены древесные растения 28 семейств, 46 родов, 62

видов (таблица). Несмотря на такое широкое представительство семейств и родов древесных растений (28 и 46 соответственно), очень скуден видовой состав зеленых насаждений города. От общего количества представленных в озеленении города семейств более 60 % – это единичные виды древесных растений.

Распределение древесных растений города Худжанда по семействам, родам и видам

Семейство	Число родов	Число видов
Aceraceae Juss.– Кленовые	1	2
Agavaceae Endle. – Агавовые	1	1
Araliaceae Juss.- Аралиевые	1	1
Berberidaceae Juss. – Барбарисовые	1	1
Bignoniaceae Juss. – Бигнониевые	1	1
Buxaceae Dumort.– Самшитовые	1	1
Caprifoliaceae Juss. – Жимолостные	1	1
Celastraceae R.Br.– Бересклетовые	1	1
Cupressaceae Juss. – Кипарисовые	2	4
Elaeagnaceae Juss.– Лоховые	1	1
Fagaceae Dumort. – Буковые	1	3
Hipocastanaceae DC – Конскокаштановые	1	1
Juglandaceae A.Richard ex Kunth. – Ореховые	1	1
Legminosae Juss.(Fabaceae) – Бобовые	5	5
Moraceae Link.– Тутовые	5	7
Oleaceae Hoffmgg.et Link. – Маслинные	3	5
Palmae Juss.– Пальмы	1	1
Pinaceae Lindley. –Сосновые	2	3
Platanaceae Dumort. – Платановые	1	2
Punicaceae Horan.– Гранатовые	1	1
Rosaceae Juss. – Розоцветные	4	5
Ruscaceae Sprengel – Иглициевые	1	1
Salicaceae Mirbel. – Ивовые	2	5
Sapindaceae Juss. – Сапиндовые	1	1
Simaroubaceae DC. – Симарубовые	1	1
Tamaricaceae Link.– Гребенщиковые	1	1
Ulmaceae Mirbel. – Ильмовые	1	2
Vitaceae Juss.– Виноградовые	1	1

Максимальным видовым разнообразием характеризуется семейство тутовых (7 видов), далее следуют бобовые, маслинные, розоцветные и ивовые (по 5 видов), из семейства кипарисовых в озеленении представлены 4 вида.

Как показывают полученные данные, видовой состав растений улиц г. Худжанда в основном представлен 18 наименованиями деревьев и кустарников. Это платан восточный (чинар), сосна эльдарская, можжевельник виргинский, биота восточная, кипарис аризонский, вяз



гладкий, тополь пирамидальный, ясень сирийский, клен ясенелистный, каштан конский, дуб черешчатый, багряник Гриффита, сирень обыкновенная, софора японская, акация белая, ива высокая, тутовник белый (шелковица), абрикос обыкновенный.

Обследование озеленения улиц и магистралей города показало, что ведущий ассортимент древесных насаждений представлен ограниченным количеством видов. В озеленении улиц и магистралей преобладают сосна эльдарская, биота восточная, можжевельник виргинский, тополь пирамидальный, вяз гладкий, шелковица белая, платан восточный, ясень сирийский. Среди них у вяза гладкого и шелковицы белой листовые пластинки в середине лета поражаются насекомыми, что снижает их декоративные и средоулучшающие качества.

### Литература

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2008 году». Подготовлен Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации совместно с заинтересованными министерствами, федеральными службами, федеральными агентствами, другими организациями и учреждениями. М.: ООО «РППР РусКонсалтингГрупп» по заказу Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, 2009. 488 с.
2. Растения для декоративного садоводства Таджикистана. М.: Наука, 1986. 493 с.
3. Определитель растений Северного Таджикистана. Душанбе: Дониш, 1967. 272 с.
4. Исмаилов М.И. Определитель сосудистых растений Таджикистана. Деп. В НПИЦентр. Вып. 2. №44(1866). Душанбе: 1999. 1139 с.

**В.С. Зуев**

Агрофизический научно-исследовательский институт РАСХН,  
г. Санкт-Петербург

### **ДОПОЛНЕНИЯ К МЕТОДОЛОГИИ ДИАГНОСТИКИ ПОЧВ И ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ (ПТО) КАТЕГОРИЯМИ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ ПРИЗНАКОВ**

Проведённые собственно экспериментальные и методические исследования доказывают необходимость комплексного разнопланового подхода в изучении ПТО. Особенно это касается исследований городских ПТО в силу особой их специфичности, характера образования и существования. Как показали исследования свойств городских почвенных образований, есть необходимость (в методологическом плане) «расширения» методов диагностики данной специфической группы объектов, а также введения нормативных правил статистической

обработки в анализе массивов данных. Анализ экспериментальных материалов представляет собой последовательность: от «таблицы данных» [4] как отражения качественной картины почвенного профиля на том или ином систематическом уровне к «числовому обозначению» [1] того или иного признака, как полуколичественного выражения «числового образа почвы» [5]. Отсюда есть необходимость через корреляционный, регрессионный и факторный анализы добавить числовые категории (редуцированная корреляционная матрица взаимосвязей признаков) и статистические функции обобщённых категорий. Таким образом, мы действительно трансформируем данные в информацию [5] и, создаём «числовой образ» [4] почвы, почвенного индивидуума. Существование **4 нормативных шкал** измерений: именная (классификационная), порядковая, интервальная, шкала отношений [1] в создании диагностического комплекса параметров в настоящее время недостаточно для объективной современной оценки состояния сложных многоуровневых образований в силу их биокосной природы и состояния искусственно-естественной системы. Роль антропогенных факторов на современном этапе развития и существования почвенных сред становится доминирующей и определяющей. Необходимо «введение» **нормативной 5-й шкалы**, а именно параметров оценки значений взаимосвязей абсолютных характеристик используемых нормативных шкал измерений, а также моделей, описывающих (в количественном выражении) характер этих взаимозависимостей. Суть метода корреляционных матриц с элементами факторного анализа (МКМ.ФА) – перевод одного формата информации в «другой», изменение координатной сетки. Это раскрывает совершенно другие возможности анализа данных, т.к. «сужает» формат оценки состояния того или иного объекта (-1; 0; +1). Перевод прямых экспериментальных данных в формат взаимосвязей признаков через коэффициенты корреляции Пирсона (R) с использованием редуцированных матриц корреляции и дополнительных расчётов. Одним из вариантов данного анализа [2] являются вычисления: 1. Сумм корреляций по отдельным переменным – Summe-R; 2. Сумм коэффициентов детерминации по отдельным переменным – Summe-R<sup>2</sup>; 3. Сумм дисперсий корреляций по отдельным переменным – Summe-(s<sup>2</sup>)-correl. 4. Расчёт Общностей [3]; 5. Расчёт зависимости корреляций (R-R) от общности (Общ.). Подобные процедуры необходимо проводить на определённых, строго выполняемых принципах, а именно: профильном (генетическом) и катенарном подходах, возможно, каких-то других. Настоящий аппарат оценки взаимозависимостей признаков в виде корреляционного, регрессионного, а также факторного анализов в общем хорошо разработан, в том числе и при проведении почвенных исследований; в настоящее время отработаны и методы машинных вычислений. Таким образом, есть условия для разработки методологии, а

речь идёт именно о применении подобной научной идеологии, а не о формализованных статистических подходах и их формальном использовании. По-видимому, не все принципы классической теории вероятности и статистики применимы для почвенных, во многом детерминированных систем, причём степень детерминированности меняется не только в пространстве, но и во времени. Принципы получения больших массивов данных, тем самым как бы приближение выборочной совокупности к генеральной совокупности; стремление доказать «существенность» различий при той или иной вероятности и т.д. имеют смысл для идеально вероятностных (свободных) систем, какими почвы не являются. В этом направлении в почвенной статистике необходимы, с нашей точки зрения, определённые методологические коррекции.

### Литература

1. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. М.: Изд-во МГУ, 1995. 318 с.
2. Зуев В.С. К методологии проведения экологического мониторинга почв городских территорий (на примере почв г. Санкт-Петербурга) // Сборник научных трудов. Ч. 1. Экологические проблемы промышленных городов. Саратов, 2009. С. 142-144.
3. Окунь Я. Факторный анализ: пер. с польск. Г.З. Давидович. М.: Статистика, 1974. 199 с.
4. Рожков В.А. Почвенная информатика: учебник. М.:МГУ, 1987. 114 с.
5. Шеин Е.В. Материалы научной сессии по фундаментальному почвоведению. М.: МАКС Пресс, 2004. С. 34-35.

**М.В. Казаченко, Н.Н. Павлова**

Обнинский институт атомной энергетики – филиал  
Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»

### **ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ В РАЙОНЕ ХРАНИЛИЩА РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ г. ОБНИНСКА**

В настоящее время для оценки загрязнения почв в качестве тест-объектов используют микроорганизмы [1]. Применение микроорганизмов для оценки интегральной токсичности почвы и создание на их основе комплексной системы чувствительных, достоверных и экономичных биотестов является перспективной областью исследований. Один из простых в исполнении и информативных способов оценки загрязненных почв – это учет численности микроорганизмов, который отражает микробиологическую активность почвы, скорость разложения

органических веществ и круговорота минеральных элементов. В последнее время этот метод применяется для оценки как загрязнения почв нефтепродуктами, тяжелыми металлами, так и радиоактивного загрязнения почв [2].

Поскольку г. Обнинск является родоначальником атомной энергетики, а на территории градообразующего предприятия Государственного научного центра «Физико-энергетического института им. А.И. Лейпунского» (ГНЦ РФ – ФЭИ) уже более 60 лет действует ряд производств, связанных с обоснованием и разработкой объектов атомной энергетики, проведение оценки экологического состояния почв вблизи радиационно опасных объектов является актуальной задачей.

Целью данной работы являлась оценка численности почвенных микроорганизмов в районе старого хранилища радиоактивных отходов г. Обнинска.

Объектами исследования служили 16 образцов почв, отобранных в районе старого хранилища радиоактивных отходов (РАО) г. Обнинска. Во всех точках пробоотбора учет численности почвенных микроорганизмов проводили методом подсчета КОЕ, а также методом комочков обрастания. На предыдущих этапах работы получены результаты определения кислотности, механического состава и удельной активности радионуклидов ( $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ) в почвах исследуемой территории.

Оценка зависимости изменений численности почвенных микроорганизмов от кислотности, механического состава, активности радионуклидов с помощью корреляционного анализа в районе хранилища радиоактивных отходов г. Обнинска приведена в таблице.

Значения коэффициентов корреляции зависимости численности почвенных микроорганизмов от кислотности, механического состава и активности радионуклидов

	Актуальная кислотность	Потенциальная кислотность	Частицы крупной фракции	Частицы песчаной фракции	Частицы глинистой фракции	$^{226}\text{Ra}$	$^{232}\text{Th}$	$^{137}\text{Cs}$
Учет численности почвенных микроорганизмов методом подсчета КОЕ	-0,402 (0,10)	-0,647 (0,005)	-0,135 (0,604)	-0,250 (0,332)	0,107 (0,683)	-0,044 (0,866)	-0,402 (0,110)	0,704 (0,002)
Учет численности почвенных микроорганизмов методом комочков обрастания	-0,307 (0,231)	-0,468 (0,048)	-0,347 (0,200)	-0,180 (0,489)	-0,060 (0,820)	-0,170 (0,514)	-0,365 (0,150)	0,347 (0,173)

\* В скобках указана значимость коэффициентов корреляции

Результаты, представленные в таблице, демонстрируют, что в районе хранилища РАО г. Обнинска потенциальная кислотность снижает численность почвенных микроорганизмов, а активность  $^{137}\text{Cs}$  – увеличивает. Достоверного ( $\alpha \leq 0,05$ ) влияния механического состава, удельной активности  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{232}\text{Th}$  на численность микроорганизмов не выявлено.

### Литература

1. Буторина М. В., Дроздова Л. Ф., Иванов Н. И. Инженерная экология и экологический менеджмент: учебник. М.: Логос, 2004. 520 с.
2. Денисова Т. В., Казеев К. Ш. Восстановление ферментативной активности чернозема после воздействия  $\gamma$ -излучения // Почвоведение. 2006. № 1. С.89-93.

**В.Б. Калманова\*, Л.А. Матюшкина\*\*, Н.А. Нарбут\*\***

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,  
г. Биробиджан\*  
Институт водных и экологических проблем ДВО РАН,  
г. Хабаровск\*\*

### **К ВОПРОСУ ОБ ОБОСНОВАНИИ СИСТЕМЫ КРИТЕРИЕВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДОВ ПРИАМУРЬЯ**

Пространственная среда городов, включающая природные и антропогенные элементы, всегда была актуальным объектом исследований многих направлений географии.

Города Приамурья различаются по численности населения, промышленному потенциалу, выбросам в окружающую среду и т.д., однако исторически их возникновение и развитие имело много общего, так как все они формировались по типу «властных центров» с военно-политическими целями [1]. В результате сложилось преобладание монопрофильных узкоспециализированных центров, для которых характерны индустриальная доминанта в ущерб социальной сфере, невысокий социально-культурный потенциал, низкое качество городской среды при наличии значительного свободного пространства.

Для решения практических и теоретических задач планирования городской территории определенное значение приобретает сравнительная экологическая характеристика как отдельных районов одного города, так и городов в целом. Следует отметить, что до настоящего времени нет единых унифицированных показателей, по которым можно было бы

отнести ту или иную территорию к определенному рангу загрязнения. Сравнительная экологическая характеристика осуществляется на основе определенных критериев и показателей, набор которых зависит от целей анализа.

Под критерием мы понимаем признак, на основании которого производится оценка, определение или классификация экологических систем, процессов и явлений, показатель – характерный, типичный признак (Реймерс, 1990).

Для оценки состояния среды городов Приамурья были обоснованы экологические критерии, включающие как общепринятые показатели (состояние растительности, атмосферного воздуха, открытых водоемов), так и предложенные впервые, характеризующие свободное пространство города (соотношение селитебной и промышленной зоны, количество зеленых насаждений общего пользования и свободного пространства, приходящееся на одного жителя), состояние почвенного покрова. Предложенные критерии были применены для экологической оценки территории Хабаровска [3].

Существующие взаимосвязи между состоянием отдельных компонентов природной среды и разными видами антропогенных воздействий являются основной предпосылкой для интеграции используемых показателей. При этом необходимо учесть, что стремление использовать более полный набор критериев приводит к перегруженности информации, которую сложно интегрировать.

Задача интеграции показателей облегчается в тех случаях, когда большая часть тематических показателей коррелирует. Исследования природных объектов чаще всего имеют выборочный характер. Поэтому их результаты корректны настолько, насколько удастся обеспечить репрезентативность, т.е. отображение в выборке всех свойств полной совокупности. Исходя из этого, важным является выбор оптимального количества учитываемых факторов и соответствующих им показателей. К репрезентативным можно отнести показатели, получаемые путем наблюдений и измерений.

Сложнее обстоит дело с использованием интегрированных показателей, отражающих степень трансформированности геосистем. Характеристику качества среды можно получить путем сопоставления с гигиеническими (экологическими) нормативами, определения объемов воздействия и экспертных оценок. Так, оценка сложившегося уровня загрязнения компонентов ландшафта проводится сравнением реальных содержаний химических элементов с ПДК, а в случае их отсутствия – по комплексу геохимических показателей (суммарный показатель концентрации – СПК, фоновый уровень загрязнения). Для пространственной оценки состояния территории предлагаем применять обобщенные индексы качества, которые учитывают степень и площадь

антропогенного воздействия (в целом или по зонам), например показатель экологического состояния (ПЭкС) [2].

ПЭкС – интегральный показатель, при расчете которого учитываются те показатели, которые имели представительные выборки и были наиболее информативными при оценке состояния городских геосистем.

Для характеристики и оценки геоэкологического состояния урбанизированной территории были выделены основные диагностические показатели и дополнительные или вспомогательные, уточняющие основные в зависимости от типа хозяйственного использования участка. Первые указывают на состояние любого природного компонента и, как правило, носят количественный характер, тогда как вторые – качественный и полуколичественный.

Предложенные показатели применены для оценки качества среды г. Биробиджана – административного и промышленного центра Еврейской автономной области, который относится к категории средних городов юга Дальнего Востока. При расчете ПЭкС учитывались все основные показатели, а из дополнительных – состояние городской растительности, являющееся чувствительным индикатором уровня антропогенной нагрузки на городскую среду. Каждому показателю присваиваются весовые коэффициенты в зависимости от значимости их вклада в экологическое состояние урбогеосистем. Для оценки значимости вклада каждого показателя введен коэффициент (К), который зависит от времени отклика объекта на состояние окружающей среды. Так, например, для почвы, которая испытывает многолетнее действие загрязнителей, К равен 5, а для твердых атмосферных осадков и листвы – 1. Применение коэффициентов позволяет сопоставлять показатели, измеренные в разных единицах, и вносящие различный вклад в формирование экологической ситуации.

Расчет ПЭкС дает представление об уровне и категории загрязнения, и позволяет провести балльную оценку экологической ситуации. В результате расчета была разработана шкала оценки показателей экологического состояния и проведена оценка 60 пробных площадок г. Биробиджана. Результаты показали, что 4% участков относятся к высоко опасному уровню загрязнения (юг, юго-восток, центр города), 47% – к среднеопасным (юг, восток, центр города), 31% – к относительно чистым районам. При наложении слоев по результатам, полученным по СПК, получается та же самая картина, что и при расчете ПЭкС. Таким образом, эколого-геохимическая обстановка в городе по загрязнению природных объектов оценивается как удовлетворительная (умеренно-опасная). Особо напряженные ситуации сложились в зонах главных автомагистралей, промышленных центров и железных дорог, слабо загрязнены рекреационные зоны, северо-западные территории (фоновая), а также некоторые участки селитебных районов.

Исходя из вышесказанного, выбранные критерии и показатели позволяют объективно оценить геоэкологическое состояние городской среды, степень деградации ее природных компонентов при наличии различных негативных факторов.

### Литература

1. Города Дальнего Востока: экология и жизнь человека: матер. конф. Владивосток-Хабаровск: ДВО РАН, 2003. 193 с.
2. Калманова В.Б., Коган Р.М. Экологическое состояние компонентов депонирующей среды как показатель качества урбанизированных территорий (на примере г. Биробиджана) // Вестник РУДН. Сер. Экология и безопасность жизнедеятельности. 2009. № 2. С. 89-96.
3. Нарбут Н.А., Матюшкина Л.А. Выбор и обоснование экологических критериев для оценки состояния городской среды // Вестник ТОГУ. 2009. № 3 (14). С. 71-76.

**Н.С. Касимов, Н.Е. Кошелева, Д.В. Власов**

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

### **ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЁЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ВОСТОЧНОМ ОКРУГЕ г. МОСКВЫ<sup>1</sup>**

**Введение.** Тесное переплетение различных производств, автотранспорта и жилых кварталов в промышленных городах влечёт за собой большое количество экологических проблем. В первую очередь, это выражается в загрязнении воздуха как макрополлютантами ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ , пылью и т.д.), так и микрополлютантами – содержащимися в пыли тяжёлыми металлами (ТМ), 3,4-бенз(а)пиреном и т.д. Депонирующей средой для аэротехногенных загрязнителей является снежный покров, поэтому его можно использовать для оценки качества городской среды и уровня техногенного воздействия на городские ландшафты. В данной работе оценка загрязнения снежного покрова ТМ проведена для территории Восточного административного округа (ВАО) г. Москвы, одного из наиболее развитых в промышленном отношении округов столицы.

---

<sup>1</sup> Работа выполнена по ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2012 годы», в рамках темы «МЕГАПОЛИС» (госконтракт 02.527.12.0007, договор 2009-06/03 по теме «Разработка технологии комплексного анализа временных серий наземных данных для оценки состояния и динамики изменения атмосферы и окружающей среды в крупных городах»).



Загрязнение снежного покрова ВАО ТМ уже исследовалось в 1990-е гг. [8], однако список определяемых металлов был значительно меньше. За прошедшее время на территории округа и Москвы в целом существенно изменилась структура промышленного сектора, построены новые районы и автомагистрали и т.п., что не могло не отразиться на экологической ситуации [1]. Поэтому назрела необходимость в обновлении имеющихся данных об эколого-геохимическом состоянии ландшафтов округа.

**Объект и методы исследований.** Изучалась южная, наиболее загрязнённая часть ВАО, включающая районы: Косино-Ухтомский, Новокузнецкий, Вешняки, Кусково, Новогиреево, Ивановское и Перово. Здесь проходят крупные автомагистрали – МКАД, шоссе Энтузиастов, Вешняковская ул., Зелёный проспект, Перовская ул. и др. Промышленный потенциал округа представлен предприятиями по производству тепла и электроэнергии, химической и нефтехимической отрасли, машиностроения и металлообработки, которые образуют ряд больших промзон («Перово», «Прожектор», «Соколиная гора», «Руднево») [1]. Территория расположена в пределах Подмосковной Мещёры, которая относится к подзоне южной тайги и представляет собой плоскую зандровую равнину [4].

Эколого-геохимические исследования снежного покрова в ВАО проводились по общепринятой методике [5, 6]. Для оценки количества и состава аэротехногенных выпадений в начале марта 2010 г. была проведена снегомерная съёмка. В этот период высота снежного покрова была максимальной за зимний сезон – 45-60 см. Сеть опробования была близка к равномерной, с шагом 400-500 м, который дал возможность выявить закономерности пространственного распределения ТМ по площади. Всего были опробованы 51 точка на территории округа и 5 фоновых точек в 50 км к западу от Москвы, в районе г. Звенигорода, который не испытывает загрязняющего влияния столичного мегаполиса из-за преобладающего западного атмосферного переноса. На каждом участке отбор смешанной пробы, состоящей из 10 отдельных проб, проводился пластиковой трубой с площадью поперечного сечения 20 см<sup>2</sup>.

Пробы снега растапливались при комнатной температуре, в полученном растворе измерялись рН и минерализация. Ионный состав фильтрата определялся в Эколого-геохимическом научно-образовательном центре МГУ методом жидкостной хроматографии. Далее раствор фильтровался через мембранные фильтры с диаметром пор 0,45 мкм. Поскольку наибольшее индикаторное значение имеют количество и химический состав пыли в снеге [2, 6], то содержание ТМ определялось только во взвеси, оставшейся на фильтре. Анализ проводился во ВНИИ минерального сырья им. Н.М. Федоровского масс-спектральным (ICP/MS) и атомно-эмиссионными методами (ICP/AES) с индуктивно связанной плазмой на масс-спектрометре «Elan-6100» и атомно-эмиссионном спектрометре «Optima-4300» («Perkin Elmer», США) соответственно.

По содержанию взвеси в снеге была рассчитана суточная пылевая нагрузка, а также нагрузки ТМ. Содержание каждого металла во взвеси  $C_{\phi}$  на фоновой территории было сопоставлено с его глобальным кларком литосферы  $C_k$  [3], в результате были рассчитаны кларки концентрации (КК) и рассеяния (КР):  $KK = C_{\phi}/C_k$ ,  $KP = C_k/C_{\phi}$ . Данные о концентрациях ТМ во взвеси  $C$ , содержащейся в снежном покрове округа, были использованы для расчета коэффициентов концентрации:  $K_c = C/C_{\phi}$ . Превышения выпадений над фоновыми определялись показателем  $K_q = Q/Q_{\phi}$ , где  $Q$ ,  $Q_{\phi}$  – эмиссия металла,  $г/км^2$  в сутки, средняя по округу и на фоновой территории соответственно.

**Полученные результаты.** Значения рН талого снега изменяются в пределах от 4,50 до 8,00, в среднем по округу он равен 6,19, что несколько больше рН фоновых осадков (5,6). Это, скорее всего, обусловлено эмиссией карбонатной строительной пыли. Общая минерализация талой воды варьирует в диапазоне 6-53 мг/л, при этом в отдельных точках она достигает очень больших величин – до 305 мг/л. На большей части территории снеговая вода хлоридно-кальциевого класса, однако встречаются снеговые воды сульфатно-кальциевого (самый юг ВАО, возможно воздействие ТЭЦ-8, расположенной в ЮВАО), хлоридно-натриевого (близ автодорог) и гидрокарбонатно-кальциевого (близ строительных площадок) классов.

Пылевая нагрузка на территории ВАО значительно – в 1,5-5,5 раза – превышает аналогичный показатель, установленный для равнинной континентальной территории умеренных широт, удаленных от урбанизированных зон (около  $0,01 г/м^2$ ) [7]. В среднем по округу это превышение составило 2,7 раза. Наиболее сильно по пылевым выпадениям выделяются точки близ промзон ( $0,040 г/м^2$  в сутки) и автомагистралей ( $0,055 г/м^2$  в сутки). Максимальная наблюдавшаяся суточная нагрузка пыли составила около 1800 кг на  $1 км^2$ , или в 180 раз выше фоновой (точка опробования в кленово-берёзовой лесопосадке в 30 м от МКАД).

Анализ данных по содержанию ТМ в снеговой взвеси на фоновой территории позволил выделить *сильно концентрирующиеся* (Bi, Pb, Cd, Cu), *концентрирующиеся* (Ag, Sb, Zn, W, Sn, As), *с околочларковыми концентрациями* (Ni, V, Cr, Co) и *рассеивающиеся* (Sr, Mn, Ti, Be, Fe, Mo) элементы (табл. 1).

Набор ТМ в указанных группах весьма закономерен. Концентрирующиеся и сильно концентрирующиеся металлы – преимущественно халькофилы, лишь W и Sr относятся к литофильным элементам. Они активно используются в промышленном производстве и типичны для промышленных пылей и твёрдых отходов. Напротив, ТМ, содержащиеся в снеговой взвеси на уровне кларковых или более низких концентраций, являются литофильными и сидерофильными [5, 6].

Таблица 1

Концентрация тяжёлых металлов в снеговой взвеси на фоновой территории  
и в ВАО г. Москвы

Показатели	Элементы									
	<i>Mo</i>	<i>Ag</i>	<i>Sb</i>	<i>As</i>	<i>W</i>	<i>Sn</i>	<i>V</i>	<i>Fe</i>	<i>Cr</i>	<i>Sr</i>
$C_{\phi}$ , мг/кг	0,313	0,571	3,81	3,98	5,17	6,62	92,4	20139	65,8	56,9
КК	-	8,2	7,6	2,3	4,0	2,6	1,0	-	-	-
КР	3,5	-	-	-	-	-	-	2,3	1,3	6,0
$C_s$ , мг/кг	5,97	3,58	18,8	18,2	22,4	23,8	190,1	42667	135,2	110,9
$K_c$	19,1	6,3	4,9	4,6	4,3	3,6	2,1	2,1	2,0	1,9
	<i>Ni</i>	<i>Cd</i>	<i>Co</i>	<i>Bi</i>	<i>Zn</i>	<i>Cu</i>	<i>Mn</i>	<i>Be</i>	<i>Ti</i>	<i>Pb</i>
$C_{\phi}$	69,9	2,00	11,8	1,88	475,1	607,2	640,0	2,15	2755	693,0
КК	1,2	15,4	-	208,7	5,7	12,9	-	-	-	43,3
КР	-	-	1,5	-	-	-	1,6	1,8	1,6	-
$C_s$	135,4	3,46	17,3	2,74	673,1	761,8	674,0	1,85	2615	333,4
$K_c$	1,9	1,7	1,5	1,5	1,4	1,2	1,0	0,9	0,9	0,5

При сравнении значений концентраций ТМ в фоновых выпадениях и в выпадениях на территории ВАО (табл. 1) можно заметить следующие закономерности. Накапливающиеся металлы довольно сильно варьируют по величине  $K_c$  – от 1,1 (Mn) до 19,1 (Mo), что связано с пространственной изменчивостью массы и состава выпадений по территории города. Наибольшими значениями  $K_c > 3$  характеризуются Mo, Ag, Sb, As, W, Sn. Значительно меньшим накоплением обладают V, Fe, Cr, Ni, Sr, Cd, Bi, Co. Остальные металлы рассеиваются (Pb, Be, Ti) либо их содержание во взвеси близко к фоновому содержанию (Cu, Zn, Mn). Данный набор металлов может быть обусловлен сжиганием твёрдых бытовых отходов (Bi, Ag, Sn, Cd), выбросами промышленной пыли (Mo, W, Cr, Cd, Sb, Ni, Co – машиностроение и металлообработка; Cd, Ag, As, Pb, Cr, Co, Zn, V – химическая промышленность; Mo, Be, V, Ni, Cu, Zn, W, Pb – энергетика), выбросами автотранспорта (Pb), истиранием шин (Zn, Cd) [7].

Морфология техногенных геохимических аномалий в снежном покрове крупных городов и особенности пространственного распределения в них ТМ определяются в основном закономерностями распределения выпадений (эмиссии) из атмосферы на земную поверхность. На территории ВАО максимальными значениями площадной эмиссии характеризуются макроэлементы: Fe ( $1170 \text{ г/км}^2$  в сут.), Ti (75) и Mn (20). Среди микроэлементов максимальная интенсивность выпадения ( $Q > 5 \text{ г/км}^2$  в сут.) зафиксирована у Zn (15,2), Cu (14,8) и Pb (5,8). Несколько меньшими массами поставки ( $0,5 < Q < 5 \text{ г/км}^2$  в сут.) характеризуются V, Cr, Ni, Sr, W и Sn. Наименьшая эмиссия ( $Q < 0,5 \text{ г/км}^2$  в сут.) наблюдается у Co, Sb, As, Mo, Cd, Bi, Ag и Be (табл. 2).

Атмотехногенные выпадения тяжёлых металлов на фоновой территории  
и в ВАО г. Москвы

Показатели	Элементы									
	<i>Mo</i>	<i>W</i>	<i>Sb</i>	<i>As</i>	<i>Ag</i>	<i>Sn</i>	<i>Fe</i>	<i>Sr</i>	<i>V</i>	<i>Cr</i>
Q	0,157	0,673	0,421	0,418	0,043	0,528	1170	2,85	4,61	3,14
Q <sub>ф</sub>	0,001	0,038	0,027	0,028	0,003	0,052	155,6	0,436	0,735	0,532
K <sub>q</sub>	175,6	17,7	15,9	15,2	14,3	10,1	7,5	6,5	6,3	5,9
	<i>Ni</i>	<i>Co</i>	<i>Zn</i>	<i>Mn</i>	<i>Cu</i>	<i>Cd</i>	<i>Bi</i>	<i>Ti</i>	<i>Be</i>	<i>Pb</i>
Q	3,03	0,487	15,2	19,9	14,8	0,057	0,050	75,1	0,040	5,80
Q <sub>ф</sub>	0,539	0,094	3,07	4,440	3,54	0,014	0,012	22,4	0,017	5,52
K <sub>q</sub>	5,6	5,2	5,0	4,5	4,2	4,0	4,0	3,4	2,4	1,0

Выпадения Pb на территории ВАО по своей величине очень близки к его выпадениям в фоновом районе. Эмиссия всех остальных металлов в несколько раз превышает аналогичный показатель на фоновой территории. Наибольшими  $K_q > 10$  характеризуются Mo, W, Sb, As, Ag, Sn. Значительно меньшие  $K_q$  (от 4 до 10) зафиксированы у Fe, Sr, V, Cr, Ni, Co, Zn, Mn, Cu, Cd, Bi. Наименьшие  $K_q$  характерны для Ti, Be.

**Выводы.** Изучение макрокомпонентного состава снежного покрова показало, что на территории ВАО происходит подщелачивание снежного покрова, вызванное, вероятно, осаждением карбонатной строительной пыли. Минерализация талого снега варьирует в широких пределах (от 6 до 305 мг/л). В среднем по округу пылевая нагрузка в 2,7 раза выше фонового значения. Наибольшими выпадениями пыли характеризуются автомагистрали и промышленная зона.

Среди ТМ особую опасность представляют металлы, которые характеризуются максимальными величинами выпадений и одновременно имеющие высокие  $K_c$  – Mo, Ag, Sb, As, W, Sn. Для них относительное увеличение нагрузки в урбанизированных зонах очень велико (более чем в 10 раз по сравнению с фоном). Именно эти ТМ формируют основную техногенную нагрузку и являются экологически опасными для рассматриваемой территории. Поэтому объём выпадений и концентрации этих элементов в снеговой взвеси являются параметрами, определяющими экологическое состояние и загрязнение городской среды. Значительная эмиссия в сочетании с повышенными  $K_c$  зафиксирована также у Sr, V, Cr, Cd, Ni, Cu, Zn, Bi, которые оказывают дополнительное техногенное воздействие на городские ландшафты.

### Литература

1. Битюкова В.Р., Слободской Д.И. Промышленные зоны Москвы. Ч. 2. Комплексная оценка степени экологической опасности промзон Москвы // Экология и промышленность России. 2002. № 11. С.29-35.

2. Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 181 с.
3. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах. М.: изд-во АН СССР, 1962. 237 с.
4. Ландшафты Московской области и их современное состояние / под ред. И.И. Мамай. Смоленск: Изд-во СГУ, 1997. 296 с.
5. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами / Б.А. Ревич, Ю.Е. Саэт, Р.С. Смирнова, Е.П. Сорокина. М.: ИМГРЭ, 1982. 112 с.
6. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. Издание 3-е изд., перераб. и доп. М.: Астрей-2000, 1999. 768 с.
7. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. М.: Недра, 1990. 335 с.
8. Экогеохимия городских ландшафтов / под ред. Н.С. Касимова. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1995. 336 с.

**Н.А. Киреева, А.С. Григориади, Н.В. Лопатин**

Башкирский государственный университет, г. Уфа

### **МОНИТОРИНГ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЕПРОДУКТАМИ, ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ**

В настоящее время нефть и нефтепродукты поступают в окружающую среду в результате деятельности нефтедобывающих и нефтехимических предприятий. Нефтяные углеводороды наносят большой ущерб плодородию почв, могут приводить к необратимым изменениям ее морфологических, физических, физико-химических и биологических свойств. Трансформация нефти начинается сразу после ее попадания в почву [2]. Однако процесс восстановления нарушенных земель после воздействия на них нефти в естественных условиях может занимать десятки лет. В связи с этим актуальным является мониторинг состояния таких нарушенных экосистем. Наиболее эффективным является использование комплексных диагностических систем, которые позволят оценить биологическую активность почвы по реакции разных уровней организации живого [1, 3].

В данной работе представлены данные по мониторингу состояния нефтезагрязненной почвы по показателям биологической активности на доклеточном (ферментативном), клеточном и организменном уровнях в первые 90 сут после загрязнения. В качестве объекта исследований использована серая лесная почва Республики Башкортостан. Эксперименты проводились в лабораторных (первоначальная концентрация поллютантов 1-8%) и микрополевых условиях (концентрация нефти 6,4 и 10%). Источниками углеводородов явились товарная нефть и дизельное топливо.

В качестве организмов-биоиндикаторов выступали почвенные микроорганизмы, а биотестов – растения редиса (*Raphanus sativa*, сорт Красный с белым кончиком) и ногохвостки (*Folsomia candida*).

Важным критерием самоочищающей способности является уровень активности дегидрогеназы. Внесение нефти и нефтепродуктов оказало ингибирующее влияние на данный показатель. Минимальные значения показателя отмечались через 30 сут во всех образцах почвы, загрязненной нефтью, и в пробах серой лесной почвы, загрязненной дизельным топливом. В дальнейшем активность начинала возрастать, видимо, в результате адаптации к экстремальным условиям, созданным внесением поллютантов и началом процессов самоочищения почвы. В микрополевых условиях при поступлении в почву поллютанта в концентрациях до 10% происходило стимулирование активности дегидрогеназы (рис. 1).

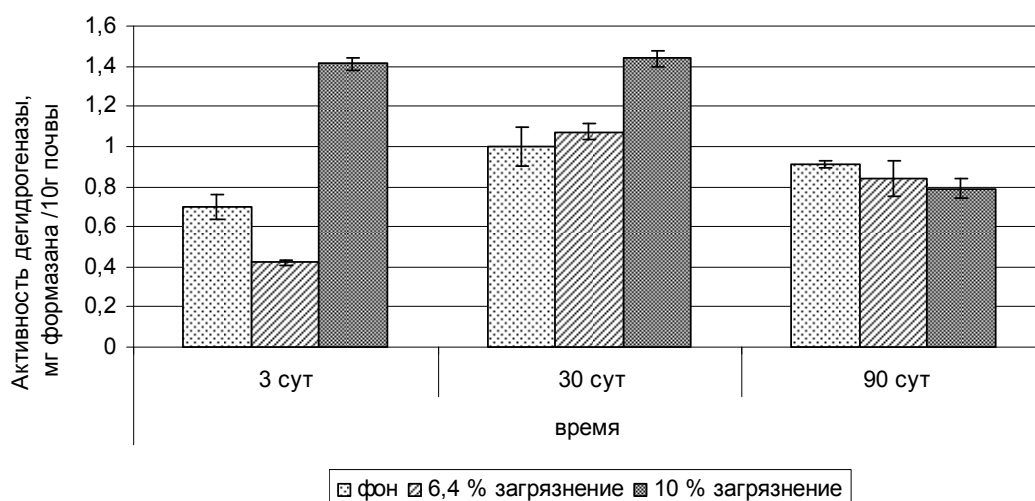


Рис.1. Динамика активности дегидрогеназы нефте-загрязненной почвы, мл  $O_2$ /г почвы

Нефть и дизельное топливо ингибировали развитие целлюлозолитиков и микроорганизмов, использующих органические формы азота, в начале эксперимента. Через 30 сут общая численность микроорганизмов возрастала, что, возможно, связано с периодом адаптации микроорганизмов к новым сложившимся условиям окружающей среды. В дальнейшем показатель опять начинал постепенно снижаться. Численность целлюлозолитиков не восстановилась даже к концу эксперимента.

Поступление нефти и дизельного топлива в серую лесную почву стимулировало развитие углеводородокисляющих микроорганизмов и использующих минеральные формы азота. С течением времени стимулирующий эффект усиливался, что может быть связано с началом процессов минерализации поступивших в почву органических веществ, с участием изучаемой группы микроорганизмов. Результаты подтверждены полевыми исследованиями.

Еще одним важным показателем для комплексной оценки состояния почвенной экосистемы является фито- и зоотоксичность. Негативное воздействие нефти на растительный покров оценивалось по показателям всхожести и относительного удлинения проростков тест-растений. Проведенные эксперименты не дали четких результатов относительно показателя всхожести семян тест-растения. Для 1% нефтезагрязнения не наблюдалось токсического действия со стороны нефти, однако визуально растения выглядели более слабыми, о чем свидетельствует снижение показателя относительного удлинения (относительно контрольных вариантов) (таблица). Считается, что некоторые компоненты по своей химической структуре напоминают стимуляторы роста растений [4]. Максимальное токсическое действие оказала 8% концентрация поллютанта. В течение исследуемого периода восстановления показателя не наблюдалось ни в одном из вариантов опыта.

Влияние различных концентраций нефти на рост и развитие редиса *Raphanus sativa*

Концентрация нефти, %	Срок инкубации, сут.		
	3	30	90
0	1 / 100	1,47 / 100	1,38 / 100
1	0,88 / 100	0,73 / 100	0,80 / 84
4	0,79 / 92	0,70 / 95	0,64 / 75
8	0,64 / 83	0,50 / 91	0,42 / 42

Примечание: в числителе указано относительное удлинение. В знаменателе – всхожесть (%).

На территории с интенсивной антропогенной нагрузкой ногохвостки являются удобным тест-организмом, по которому можно судить о степени воздействия на почву [5]. Летальное действие нефть оказала при содержании ее в серой лесной почве 4 и 8%. Гибель всех ногохвосток в пробах с 8%-й концентрацией поллютанта наблюдалась и через 90 сут с момента загрязнения.

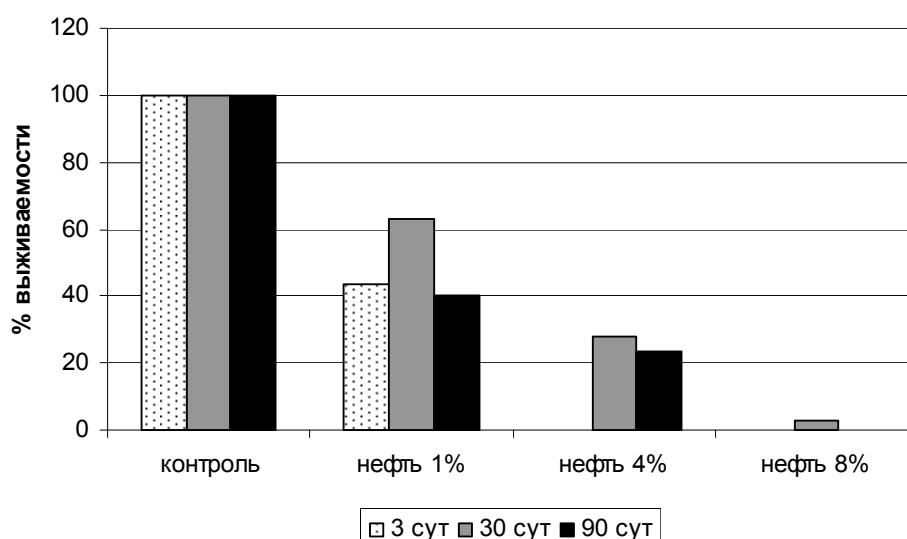


Рис. 2. Влияние нефтяного загрязнения на выживаемость *Folsomia candida*

Таким образом, в результате проведенных исследований выявлено, что процессы восстановления почвы начинают протекать после непродолжительного периода адаптации микробоценоза.

Целлюлозолитики, растения и ногохвостки оказались чувствительными к внесению поллютанта. Численность некоторых специализированных показателей, напротив, увеличивалась под воздействием нефтяного стресса. Однако по обеим группам показателей возможно судить о состоянии почвенной экосистемы.

### Литература

1. Девятова Т.А. Биодиагностика техногенного загрязнения почв // Экология и промышленность России. 2006. январь. С. 36-37.
2. Исмаилов Н.И., Пиковский Ю.И. Современное состояние методов рекультивации нефтезагрязненных земель // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. М.: Наука, 1988. С. 222-236.
3. Кабиров Р.Р., Сагитова А.Р., Суханова Н.В. Разработка и использование многокомпонентной тест-системы для оценки токсичности почвенного покрова городской территории // Экология. 1997. №6. С. 408-411.
4. Седых В.Н., Игнатьев Л.А. Влияние отходов бурения и нефти на физиологическое состояние растений // Сибирский экологический журнал. 2002. № 1. С. 47-53
5. Ханисламова Г.М. Использование коллембол для лабораторной оценки токсичности загрязняющих почву соединений // Проблемы охраны окружающей среды на Урале: межвуз. сб. науч. трудов. Уфа, 1995. С.152-157.

**О.К. Клишко**

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита

### **БИОГЕОХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИИ СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ**

Проблема усиления токсического загрязнения водной среды ставит задачи по разработке надежных критериев оценки ее качества по состоянию гидробионтов и экологической опасности для экосистем. Из токсикантов наиболее опасными для гидробионтов являются тяжелые металлы (ТМ), обладающие токсическим действием и кумулятивным эффектом [6], а из гидробионтов, наиболее адекватно реагирующих на изменение содержания ТМ в среде, признаны донные беспозвоночные. В процессе жизнедеятельности они накапливают в своих тканях различный уровень ТМ в зависимости от их содержания в среде. Многие из ТМ являются жизненно необходимыми, но в небольших концентрациях входят



в состав ферментов. При повышенном содержании ТМ в среде животные аккумулируют их «избыточный» уровень, что обуславливает нарушение ионообменных процессов на клеточном уровне и, как следствие, проявления патологии на организменном уровне с негативными последствиями для популяций. По уровню биоаккумуляции ТМ у популяций гидробионтов, сопряженному с проявлениями патологии, можно оценить их экологическое состояние и, соответственно, качество среды их обитания [1, 2, 4].

Для целей экологического мониторинга водных экосистем был использован биогеохимический метод, включающий комплексные исследования по определению концентраций ТМ в тканях донных беспозвоночных и в среде их обитания. Исследованы малые реки бассейна Верхнего Амура, трансграничный участок Среднего Амура и ряд озер, испытывающих слабое, умеренное сильное антропогенное загрязнение. Определялись концентрации Fe, Mn, Zn, Sr, Cu, Ni, Cr, Pb, Co, Cd в придонных водах методом атомно-абсорбционной спектрометрии (AAS-3), в тканях донных беспозвоночных – методом ICP-MS. Биоаккумуляция ТМ исследовалась у фильтраторов и детритофагов из числа амфибиотических насекомых (мошек, ручейников, хирономид), брюхоногих и двусторчатых моллюсков. Биогеохимическая диагностика состояния исследованных животных выполнялась с помощью показателя биоаккумуляции (ПБ), который отражает результат сложных, многокомпонентных взаимоотношений ТМ при накоплении в тканях организма [1, 2, 4]. Степень связанности ПБ с проявлениями патологии (по частоте встречаемости в выборках популяций) определялась коэффициентом взаимной сопряженности (К) [5] и учитывалась при оценке экологического состояния популяций донных беспозвоночных. Шкала ПБ, откалиброванная по сопряженным значениям ПБ и К в соответствующих градациях содержания ТМ в среде, дает возможность оценивать экологическое состояние популяций животных, степень загрязнения среды и прогнозировать угрозу деградации водных экосистем при усилении антропогенного загрязнения [3].

Накопление ТМ у разных видов и трофических групп донных беспозвоночных значительно варьирует как в равных, так и в различных условиях среды. При этом абсолютные значения концентраций ТМ у животных не являются показателем токсичного уровня их накопления. При фоновом и низком содержании ТМ в среде уровень накопления ТМ у организмов соответствует физиологически необходимому. При повышении содержания ТМ в среде животные накапливают их токсичный уровень. Судить о токсичном уровне накопления ТМ у животных позволяет показатель биоаккумуляции (ПБ), имеющий высокую степень связанности с частотой встречаемости (К) проявлений морфо- и анатомопатологии у животных в условиях повышенного содержания ТМ в

среде [3, 4]. ПБ и К у донных беспозвоночных позволяют объективно оценивать экологическое состояние их популяций в широком диапазоне содержания ТМ в среде.

В отличие от химического метода, позволяющего определять лишь степень загрязнения вод ТМ по ПДК, биогеохимический метод выявляет последствия негативного воздействия биоаккумуляции ТМ у животных. Содержание отдельных ТМ в среде может и не превышать значения ПДК, однако их синергичное взаимодействие может оказывать негативное влияние на состояние животных с последствиями снижения численности и воспроизводства популяций. Экологическая значимость донных беспозвоночных заключается в их приоритетном участии в процессе биологического самоочищения и детоксикации вод. Угнетенное состояние их популяций грозит снижением эффективности этих процессов, экологическим риском и деградацией водных экосистем.

По значениям разработанной и откалиброванной шкалы ПБ можно определить уровень биоаккумуляции ТМ у животных, экологическое состояние их популяций, которые соответствуют степени загрязнения среды их обитания и уровню техногенной нагрузки на водоем (таблица). Кроме того, биогеохимический метод позволяет выявлять элементы, накопление которых представляет наибольшую опасность для нормального функционирования популяций донных животных и обосновывать необходимость экологического нормирования поступления ТМ в водные экосистемы.

Оценка качества среды и техногенной нагрузки на водоемы по экологическому состоянию популяций донных беспозвоночных при различном содержании ТМ в среде

$\Sigma_{\text{ТМ}}$ , мг/л в воде	$\Sigma_{\text{ТМ}}$ , мг/кг в ДО	Шкала ПБ		Уровень ПБ ТМ в тканях организмов	К	Экологи- ческое состояние	Степень загрязнения среды	Техно- генная нагрузка
		Фильт- раторы	Детрито- фаги					
>1,7*	>3,5*	>4,0*	>6,0*	Очень высокий	>0,50	Крити- ческое	Очень грязная	Крити- ческая
1,11-1,70	3,1-3,5	3,1-4,0	4,1-6,0	Высокий	<0,50	Угрожа- ющее	Грязная	Угро- жающая
0,76-1,10	2,1-3,0	2,1-3,0	3,1-4,0	Значитель- ный	< 0,35	Опасное	Загряз- ненная	Опасная
0,57-0,75	1,6-2,0	1,1-2,0	2,1-3,0	Умерен- ный	< 0,25	Неблаго- получное	Умеренно загряз-я	
0,26-0,56	1,1-1,5	0,6-1,0	1,6-2,0	Низкий	< 0,06	Благо- получное	Слабо загряз-я	Допус- тимая
0,12-0,25	0,7-1,0	0,1-0,5	0,2-1,5	Необхо- димый	< 0,02		Чистая	

ДО – донные отложения, К – коэффициент сопряженности ПБ с проявлениями патологии, \* – прогнозные данные.

Высококоррелированная связь ПБ с содержанием ТМ в среде позволила рассчитать их количественную зависимость в широком

диапазоне средовых градиентов, выраженную уравнениями регрессии степенного типа [3]. Расчеты прогнозных данных по этим уравнениям при условии повышения загрязнения среды позволяют определять критическое экологическое состояние популяций животных и качество среды их обитания для обоснования необходимости природоохранных мер по снижению техногенной нагрузки на водоемы.

Биогеохимический метод по диагностике экологического состояния популяций донных беспозвоночных и оценке качества среды их обитания в условиях слабого, умеренного и сильного антропогенного загрязнения водоемов имеет значительные преимущества по сравнению химическим методом, а также биологическими методами, основанными на структурных показателях сообществ бентоценозов.

### Литература

1. Клишко О.К., Авдеев Д.В., Голубева Е.М. Особенности биоаккумуляции тяжелых металлов у моллюсков в аспекте оценки состояния окружающей среды // ДАН 2007. Т. 413. № 1. С. 132-134.
2. Клишко О.К. Новый эффективный метод оценки состояния водных экосистем в условиях техногенного загрязнения // Материалы I экологического конгресса LPIT-2007. Тольятти, 2007. С. 285-291.
3. Клишко О.К. Экотоксикологическое состояние донных беспозвоночных как критерий оценки качества среды их обитания // Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы: материалы III Всероссийской конференции по водной токсикологии. Ч. 3. Борок, 2008. С. 43-47.
4. Клишко О.К., Бердников Н.В. Биогеохимическая диагностика и оценка экологического состояния донных беспозвоночных // Тезисы докладов 5-й Верещагинской Байкальской конференции. Иркутск, 2010. С. 29-31.
5. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 350 с.
6. Никаноров А.М., Жулидов А.В. Биомониторинг тяжелых металлов в пресноводных экосистемах. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 288 с.

**Е.В. Колесникова, А.В. Маслова, М.О. Килина**

Российский государственный гидрометеорологический университет,  
г. Санкт-Петербург

### **КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ ВОД ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ В РОССИЙСКОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ ПРАКТИКЕ**

В разных странах мониторинг водных объектов в условиях высокой антропогенной нагрузки приводит к получению огромного количества данных, различающихся даже в размерности, в результате чего стало сложно устанавливать уровень загрязнения природных вод. В России и за

рубежом среди экспертов в данной области идёт активная работа по развитию системы показателей, которая группировала бы параметры из принятой программы наблюдений, наиболее ярко отражающие загрязнение водных объектов. Этот показатель должен быть простым и репрезентативным, позволять сравнивать состояние различных водных объектов, должен быть понятным и удобным в использовании. Важность этого вопроса определяется тем, что такой показатель упрощает и организует огромное количество данных о качестве природных вод в сопоставимой, понятной форме, которая позволяет оценивать состояние водных объектов без существенного искажения информации о качестве воды. С другой стороны, проблема заключается в том, что для получения удобного в применении показателя нужно свести огромное количество параметров к более простой форме, и в процессе такого упрощения часть информации неизбежно будет потеряна.

В России многие методы оценки качества водных объектов по комплексу гидрохимических показателей используют их осреднённые за определённый период значения. Однако при простом осреднении все ингредиенты признаются равнозначными по вкладу, что явно не соответствует действительности. Кроме того, в процессе такого расчёта утрачивается информация об экстремальных значениях показателей, которые во многом определяют состояние экосистемы. Так, с 1988 по 2005 гг. Росгидромет для комплексной оценки качества природных вод по гидрохимическим показателям применял «индекс загрязнённости воды» – ИЗВ, который рассчитывался по 6 показателям и представлял собой среднее арифметическое из этих показателей, нормированных по ПДК. Среди основных недостатков данного метода можно выделить использование среднегодовых концентраций загрязняющих веществ, то есть значений, осреднённых за год как среднее арифметическое из наблюдаемых концентраций. Кроме того, при расчёте ИЗВ используется концепция ПДК. Однако существует ряд критических замечаний, высказываемых научной общественностью в адрес экологической неэффективности ПДК (экстраполяция определенных в лабораторных условиях нормативов для реальных природных и антропогенных объектов, принятие единых ПДК для обширных территорий России и т.д.).

С 2005 г. в России Росгидрометом был введён в практику расчёт классов загрязнения вод по наиболее информативной комплексной оценке – удельному комбинаторному индексу загрязнённости воды (УКИЗВ). В этом методе классификация качества воды по степени загрязнённости осуществляется с учётом числа критических показателей загрязнённости (КПЗ) и повторяемости случаев превышения ПДК. Значение КПЗ отражает устойчивую либо характерную загрязнённость высокого или экстремально высокого загрязнения. К достоинствам оценки качества воды по УКИЗВ можно отнести информативность, анализ

ситуации на водном объекте в течение года и учёт экстремальных значений концентраций, что так важно для оценки экологической ситуации. Кроме того, в данном методе не используется «среднегодовая концентрация» – величина, сглаживающая все опасные явления в течение года на водном объекте. Среди недостатков УКИЗВ отметим определённую сложность алгоритма расчётов. Кроме того, по-прежнему, как и при расчёте ИЗВ, используются единые предельно допустимые концентрации и нормативы содержания загрязняющих веществ – ПДК.

В работах зарубежных учёных также существует критика простого осреднения показателей при комплексной оценке качества вод и отдаётся предпочтение более «гибким» и «информативным» методам. В своих работах авторы проводят сравнение двух основных техник группирования параметров – так называемой «арифметической» и «мультипликативной». В отличие от арифметического, мультипликативный метод предполагает назначение удельных коэффициентов веса для параметров, учитываемых в расчёте индекса качества вод. В дальнейших работах было показано преимущество мультипликативного метода перед арифметическим, так как первый является более чувствительным к изменениям параметров и, следовательно, он более точно отражает изменение качества вод. Безусловно, при назначении удельных коэффициентов веса существует риск введения в оценку определённого градуса субъективности. Поэтому работа учёных направлена на разработку рационального и унифицированного обоснования вышеупомянутых коэффициентов веса в зависимости от типа водопользования и важности параметра в связи с риском, вызываемым увеличением или уменьшением его значения.

**В.В. Корбут**

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

## **ПТИЦЫ – ИНДИКАТОРЫ СОСТОЯНИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ**

Рациональное природопользование невозможно без объективной комплексной оценки состояния окружающей среды с использованием наиболее адекватных биологических индикаторов. С 1990-х годов в Москве закрыто много промышленных предприятий, на протяжении полутора веков загрязнявших город. В те же годы отмечено сокращение численности ряда видов птиц города.

Многие века Москва была населена синантропными птицами, в том числе галками и грачами. С 1950-60-х гг. началась быстрая урбанизация края и вороны – за 10-20 лет численность птиц выросла на 2-3 порядка [2-5]. В 1990-е годы галка и грач практически исчезли из города, другие

«урбанисты» вначале синхронно снижают численность в 5-10 раз, затем восстанавливают её [4]. Эти пластичные обитатели экотонных биотопов способны существовать в сложной динамичной среде [3].

Кряквы Москвы в холодные сезоны держатся на реках города, по берегам которых проложены крупные автострады и расположены многие крупные предприятия. В этих местообитаниях обитают и вороны.

Для птенцов этих видов необходимо большое количество животной пищи, особенно в первые дни жизни. Основные кормовые станции кряквы (выводковый вид) – в прибрежной зоне и на мелководьях, где птенцы могут собирать беспозвоночных с прибрежной растительности, из донных илов с небольшой глубины. Серая ворона – птенцовая, вид-«мусорщик», птенцов кормит мягкой животной пищей (черви, гусеницы и т.п.), добывая её на влажных открытых луговинах с невысокой травой (не более 25 см).

Распределение ворон в городе отражает особенности вида, предпочитающего полуоткрытые местообитания – мало (очень мало) в лесных и древесно-кустарниковых местообитаниях «Лосиног острова», больше в лесопарках и парках Москвы, много в жилой и промышленной зонах. Больше всего птиц в поймах, городской застройке за Садовым кольцом и в максимально загрязнённых промышленных зонах (табл.1).

Таблица 1

Местообитания серой вороны в Москве (сезон гнездования)

Типы местообитаний	Местообитания	Птиц/км <sup>2</sup>
Лесные	Нац.парк «Лосиный остров»	0,4
	Лесопарки	16,7
Парковые	Парки	57,4
	Поймы (леса, парки)	274,5
Городские	До Садового кольца	202,3
	За Садовым кольцом	284,3
Техногенные	Транспортные магистрали	155,0
	Промышленные зоны	231,3

По данным 2001-2010 гг, длина маршрутов более 800 км.

Количество взрослых крякв нарастает от парков к промзонам, а число выводков и птенцов в этом ряду снижается (табл.2).

Городские популяции вороны и кряквы существуют более полувека, колебания их численности связаны с нарушениями возрастной структуры из-за природных факторов [3, 4]. Причину стабильности этих видов в условиях загрязнений можно связать с «быстротекущими процессами адаптациогенеза» в экотонах [1].

## Биотопическое распределение крякв разных возрастных категорий

Места расположения прудов	Выводки	Птенцы	Взрослые
Лесопарки и парки□	1,9	8,8	11,8
Транспортные магистрали□□	2,1	9,0	13,5
Промышленные зоны□□□	1,6	5,6	18,7

Наблюдения 2002-2010 гг, длина маршрутов около 1000 км. □ – 250-300 м от границ парка; □□ – 250-300 м от края дороги; □□□ – не далее 500 м от объекта (предприятия)

Формирование огромного промышленного города и его агломерации с 1860-80 гг. привело к «поляризации ландшафтов» [6], вначале мягкой, сохранявшей природные черты, используемые грачом и галкой. Резкие изменения среды обитания позволили ранее малочисленным видам занять ведущее положение в городе, несмотря на огромнейшую загрязненность почвы, воды, воздуха.

## Литература

1. В.С. Залетаев Структурная организация экотонов в контексте управления. Экотоны в биосфере. М.: 1997. С. 11-29.
2. Корбут В.В. Депрессия численности серой вороны (*Corvus corone* с. L. 1785) в Московском регионе. // Докл. РАН, 1996. Т. 351, № 1. С. 140 - 142.
3. Корбут В.В. Городская популяция кряквы г. Москвы, её возникновение, существование и депрессия // Докл. РАН, 1999. Т. 365. № 6. С. 846 - 848.
4. Корбут В.В. Городская популяция кряквы (*Anas platyrhynchos* L.) г. Москвы. Бюллетень Моск. Общ. Испыт. Природы. Отд. биол., 2004. Т.109. Вып. 5. С. 12-21.
5. Корбут В.В. Специфика синантропности врановых птиц культурных ландшафтов. // Биогеография в Московском университете. 60 лет кафедре биогеографии: сб. М.:ГЕОС, 2008. С. 271-282.
6. Родоман Б.Б. Поляризованная биосфера: сб. статей. Смоленск: Ойкумен., 2002. 336 с.

**Н.Е. Кошелева, Н.С. Касимов, Е.М. Никифорова**

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
**СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ  
ПОЧВ МОСКВЫ<sup>1</sup>**

**Введение.** Высокая концентрация в городах промышленных объектов и транспорта, поставляющих большое количество вредных

<sup>1</sup> Работа выполнена по ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2012 годы», в рамках темы «МЕГАПОЛИС» (госконтракт 02.527.12.0007, договор 2009-06/03).

выбросов в окружающую среду, оказывает негативное воздействие на ее состояние. Наблюдается повсеместный рост содержания поллютантов в городских почвах, обладающих способностью к их сорбции и депонированию [5]. Среди загрязнителей одно из ведущих мест занимают тяжелые металлы (ТМ), многие из которых относятся к приоритетным и экологически опасным токсикантам, способным вызывать у живых организмов канцерогенные мутации. Цель данной работы – установить уровни содержания, закономерности пространственного распределения и экологическую опасность загрязнения ТМ почвенного покрова одного из округов Москвы, имеющего высокий промышленный потенциал.

**Объект и методы.** Изучена южная, наиболее загрязненная часть Восточного административного округа (ВАО), на территории которой расположен ряд крупных промышленных зон («Соколиная гора», «Прожектор», «Перово»), автомагистралей (МКАД, шоссе Энтузиастов, Вешняковская ул., Зеленый проспект, Перовская ул.), районная тепловая станция (РТС) «Перово», а также мусоросжигательный завод в Руднево. Все эти объекты являются основными источниками загрязнения почвенного покрова, который достаточно сильно изменен под воздействием процессов урбанизации и техногенеза. На большей части изучаемой территории сформировались специфические антропогенно-преобразованные почвы: урбодерново-подзолистые, урбаноземы, индустроземы, экраноземы, а также техноземы, развитые на водно-ледниковых песках и супесях.

Эколого-геохимические исследования проводились летом 2010 г. по общепринятой методике [4] на основе предварительного функционального зонирования изучаемой территории. Выделены следующие зоны: автомагистралей (А), промышленная (Р), рекреационная (R), жилая застройка средней (М, 3-9 этажей) и повышенной (Н, 10 и более этажей) этажности, усадебная застройка (L), агроландшафты (AG). Для большинства техногенных почв характерна локализация металлов в их поверхностных горизонтах, поэтому опробовался верхний почвенный дерново-гумусовый (0-15 см) горизонт. Смешанные пробы почв отбирались в трех повторностях. Всего на исследуемой территории были отобраны 52 образца и 10 – на фоновой территории. При расчете контрастности техногенных педогеохимических аномалий в качестве эталонов были использованы фоновые дерново-подзолистые легкосуглинистые почвы Мещерской равнины.

Валовое содержание 19-ти ТМ и мышьяка в почвенных пробах определялось масс-спектральным и атомно-эмиссионным методами с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS) во ВНИИ минерального сырья.

Полученный аналитический материал, сгруппированный по функциональным зонам, был подвергнут статистической обработке в программных пакетах Microsoft Excel и Statistica 7.0. Ассоциации ТМ



выделены путем кластерного анализа (алгоритм Complete Linkage). Серия моно- и полиэлементных почвенно-геохимических карт масштаба 1:50 000 построена в форме изоконцентрат в пакете ArcGIS 9.3 методом Spline.

Геохимические особенности фоновых почв определялись на основе коэффициентов концентрации ( $KK$ ) и рассеяния ( $KP$ ), позволяющих оценить накопление или рассеяние химических элементов по сравнению с глобальным фоном:  $KK=C_f/K$ ,  $KP=K/C_f$ , где  $K$  – кларк литосферы [1],  $C_f$  – содержание элемента в фоновых почвах. Техногенная геохимическая трансформация городских почв характеризовалась коэффициентами накопления относительно регионального фона:  $Kc=C_x/C_f$ , где  $C_x$  – среднее содержание элемента в городских почвах отдельных функциональных зон или округа в целом. Полиэлементная нагрузка на городские почвы оценивалась с помощью суммарного показателя загрязнения  $Zc = \sum Kc - (n-1)$ , где  $n$  – число накапливающихся металлов с  $Kc > 1$  [2].

### Результаты и их обсуждение

**Характеристика геохимического фона.** Среднее содержание почти всех рассматриваемых элементов в верхнем горизонте почв Подмосковной Мещеры в 1,62-7,65 раза ниже их кларков в литосфере (таблица). Интенсивнее всех рассеиваются Ni, Be ( $KP$  7,6) и Sr (5,0). Низкие кларки большинства металлов в почвах объясняются их незначительным содержанием в почвообразующей породе – водноледниковых песках. As, Pb, Cd и Sb имеют околоскларковые концентрации. В фоновых почвах накапливаются только Bi ( $KK$  15,2), Ag (3,6) и Sn (2,9), что связано с аэральным влиянием мегаполиса.

Характеристика микроэлементного состава поверхностных горизонтов фоновых почв Московской области

Показатели	Bi	Ag	Sn	Cd	Pb	As	Sb	V	Zn	Mo
Кларк, мг/кг	0,009	0,07	2,5	0,13	16	1,7	0,5	90	83	1,1
Фон, мг/кг	0,137	0,25	7,34	0,162	18,4	1,92	0,448	55,6	46,8	0,612
$KK/KP$	15,2/-	3,6/-	2,94/-	1,25/-	1,15/-	1,13/-	-1,12	-1,62	-1,77	-1,80
	W	Ti	Cu	Fe	Mn	Cr	Sr	Co	Be	Ni
Кларк	1,3	4500	47	46500	1000	83	340	18	3,8	58
Фон	0,716	2155,5	21,54	19826	348,3	25,8	68,2	3,42	0,5	7,58
$KK/KP$	-1,82	-2,09	-2,18	-2,35	-2,87	-3,22	-4,99	-5,26	-7,60	-7,65

**Содержание ТМ в почвах разных функциональных зон.** В почвах округа с той или иной интенсивностью аккумулируются все рассматриваемые элементы. Наиболее активно накапливается группа из 10 элементов: Cd ( $Kc$  9,9) > W (6,1) > Ag (5,6) > Bi (5,0) > Zn, Ni (4,0) > Cr (3,9) > Sb, As (3,6) > Pb (3,4). Аккумуляция Be, Co, Cu, Sr, Fe, Mo, Sn не столь значительна ( $Kc$  1,7-2,9), а Ti, V, Mn имеют околосредовые концентрации. Содержание ТМ в городских почвах очень неоднородно и имеет широкие пределы колебаний коэффициента вариации  $C_v$ .

Наибольшей вариабельностью ( $C_v=67-142\%$ ) отличаются элементы с высокими Кс, наименьшей – слабо накапливающиеся в городских почвах.

Представление о микроэлементном составе почв разных функциональных зон дают их геохимические спектры (рис. 1). Наибольшее количество элементов-загрязнителей выявлено в почвах промзон – W, Cd, Sb, Pb, Zn, Bi (Кс 8,7-5,2). Со средней интенсивностью накапливаются Ni, As, Ag, Cu, Mo, Co и Fe (Кс 4,7-2,7), слабо – Be, Sn, Sr (2,3-1,8), околофоновые концентрации имеют Mn, V, Ti. Высокий уровень содержания многих ТМ в почвах также характерен для агроландшафтов, где лидируют Cd (Кс 22,8), Ag (10,9), Bi (7,1), Cr (5,3) и W (5,0).

Различия в составе и уровнях содержания элементов-загрязнителей в остальных зонах незначительны. Наименее загрязнены почвы в зоне высотной застройки Новокузнецко и Кожухово. В этой зоне только два элемента – Cd и W – имеют высокий уровень накопления (Кс 8,9 и 6,2). Транспортная зона имеет относительно невысокий уровень загрязнения почв, что связано с улучшением качества автомобильного топлива. В рекреационной зоне следует отметить высокое содержание Cd (Кс 12,7), которое можно объяснить широким использованием удобрений при разбивке газонов. Как и в зоне агроландшафтов, данный элемент поступает в почву вместе с фосфорными удобрениями, которые содержат значительное количество Cd в виде примеси.

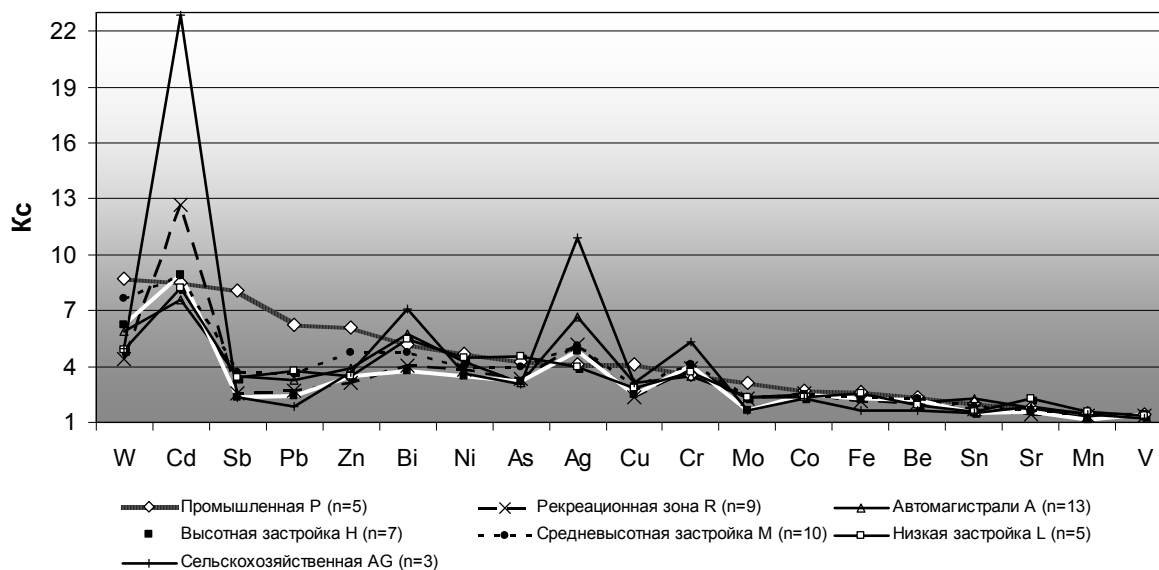


Рис. 1. Геохимические спектры ТМ в поверхностном (0-15 см) горизонте почв разных функциональных зон ВАО Москвы: *n* – число почвенных проб в каждой зоне

**Типоморфные ассоциации химических элементов.** Характерной особенностью загрязнения городских почв является наличие в них ассоциаций накапливающихся элементов, совместное нахождение которых обусловлено не только общностью их свойств и поведения, но и спецификой производственной и коммунально-бытовой деятельности.

Каждый вид производства характеризуется своей ассоциацией элементов в почвах. Вместе с тем ассоциации ТМ, образующиеся под воздействием многих промышленных и бытовых отходов, поразительно схожи [2]. Их общей чертой является большая комплексность и повторяемость состава. По частоте встречаемости в отходах многих промышленных производств доминируют Zn, Cu, Cd, Cr, Hg, Pb, Ag, Sn, Ni и др.

Для выявления ассоциаций ТМ в почвах ВАО Москвы нами был проведен кластерный анализ всех почвенно-геохимических данных, а также данных по трем функциональным зонам с наиболее репрезентативными выборками (R, M, A). Его результаты позволили выделить в почвах округа четыре устойчивые ассоциации элементов: 1) Ni–Mo–W–As; 2) Zn–Cu–Ag–Bi–Cr–Cd; 3) Fe–Co–V–Be; 4) Pb–Sb. Они поступают из общих источников и обладают сходным характером пространственного распределения в почвах.

Первая группа объединяет элементы повышенного и умеренного накопления. Ее образование можно объяснить деятельностью радио-, электротехнических и машиностроительных предприятий, преобладающих на территории Москвы [6]. Максимальные концентрации этих элементов приурочены к промзонам и МКАД, минимальные – к зонам агроландшафтов и усадебной застройки.

Вторая ассоциация также техногенного происхождения, она включает металлы с высокими (Cd, Ag, Bi) и повышенными (Zn, Cr, Cu) значениями Кс. В нее входит Cd, обладающий наибольшей интенсивностью накопления в почвах округа. Его максимальные значения наблюдаются в почвах, расположенных вдоль шоссе Энтузиастов, где сосредоточен ряд действующих промышленных предприятий, с максимумом в 5 мг/кг при его пересечении с МКАД (рис. 2). Высокий уровень содержания Cd также характерен для жилой застройки района Вешняки и для западной части промышленно-транспортной зоны Перово, примыкающей к железнодорожной магистрали. Низкие концентрации Cd (0,5 мг/кг) характерны для парковых зон Кусково, Терлецкий лесопарк, а также для районов индивидуальной застройки близ озер Святое и Белое.

Для третьей ассоциации ТМ характерно умеренное и слабое накопление в городских почвах. В нее входят металлы, которые поставляют в атмосферу предприятия черной металлургии, химической промышленности и которые сорбируются в почвах гидроксидами Fe. Их максимальные концентрации характерны для промзон и жилых кварталов средней этажности, минимальные – для агроландшафтов и усадебной застройки. Эти элементы обладают слабой пространственной вариабельностью – Cv от 13,9 до 22,9 %. В пределах города их отличает почти равномерное распределение.

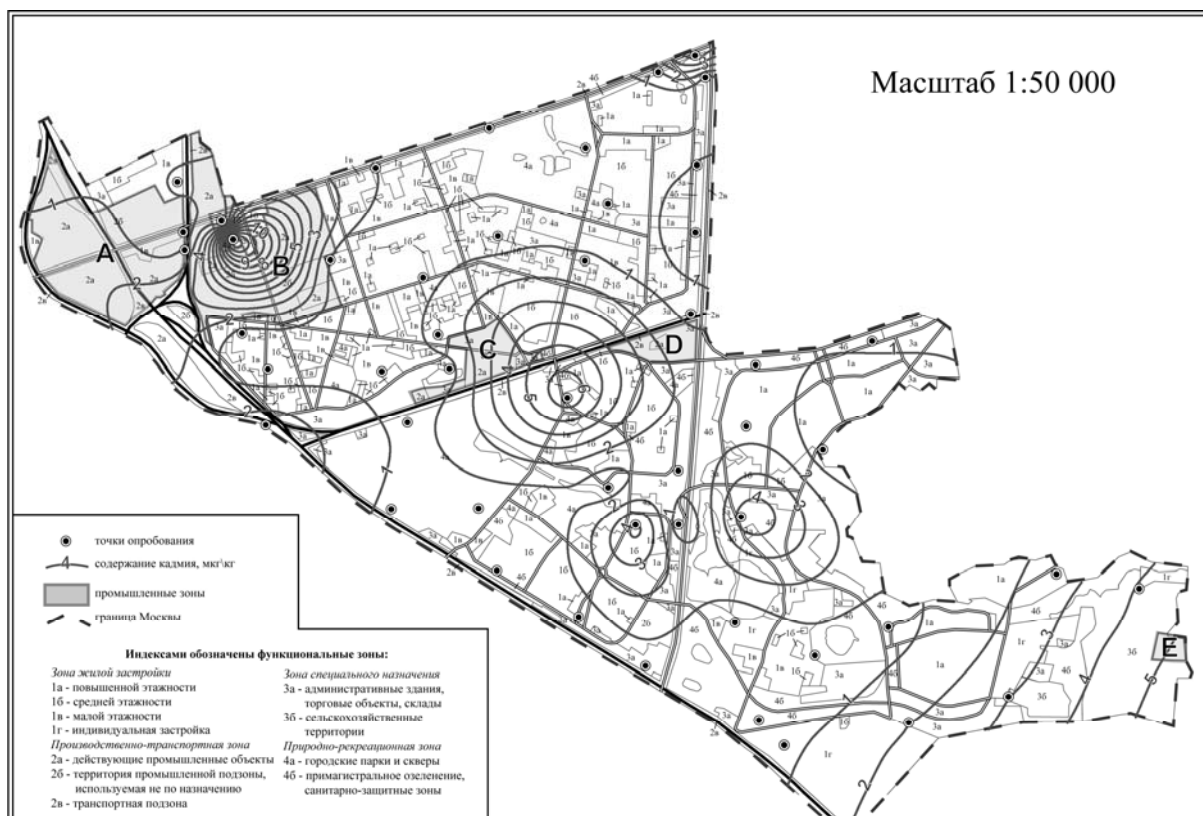


Рис. 2. Карта распределения Cd в поверхностном горизонте почв на территории ВАО Москвы. Основные промзоны: А – Соколиная гора, В – Прожектор, С – Перово, D – районная тепловая станция Перово, Е – Руднево

Элементы четвертой ассоциации – Pb и Sb – характерны для выбросов промышленных предприятий различной специализации, в т.ч. цветной металлургии, металлообработки, резинотехнической, стекольной, лакокрасочной, текстильной и др. [4]. Не ассоциируются в почвах слабо накапливающиеся (Sr, Sn) или практически не накапливающиеся (Mn, Ti) элементы. Все они, кроме Sn, отличаются малой пространственной изменчивостью ( $C_v$  12,5-27,6 %).

**Эколого-геохимическая оценка состояния городских почв.** В полиэлементных очагах загрязнения токсичность ряда ТМ может суммироваться и оказывать синергетическое воздействие на живые организмы и, в первую очередь, на человека. Поэтому для каждой точки опробования был рассчитан показатель  $Z_c$ . Средняя по округу величина  $Z_c$  составила 49,7, что соответствует критической экологической обстановке. 48,1 % опробованных точек имели сильный ( $32 < Z_c < 64$ ), 11,5 % – очень сильный ( $64 < Z_c < 128$ ) и 5,8 % – максимальный ( $Z_c > 128$ ) уровень загрязнения почв. Лишь 34,6 % исследуемой территории были заняты слабо- и среднезагрязненными почвами.

Наиболее интенсивно загрязнены почвы агроландшафтов ( $Z_c=64,1$ ) и промзон (63,0). Чуть ниже уровень загрязнения почв в жилой застройке средней этажности (51,2) и вблизи автомагистралей (48,5). Наименее

загрязнены почвы рекреационной зоны (45,5) и жилых кварталов за пределами МКАД (41,6). Наиболее высокие значения  $Z_c$  установлены в западной части округа, на территории района Перово, примыкающей к промышленно-транспортной зоне. Эта комплексная техногенная аномалия имеет высокую интенсивность и характеризуется максимальными значениями  $Z_c$  в ее центральной части, достигающими 230, что соответствует катастрофической экологической ситуации ( $Z_c > 128$ ).

Наибольшей частотой превышения ОДК (на 31 % территории) отличается  $Z_n$ , которым загрязнены почвы практически всех зон, лишь в агроландшафтах и рекреационной зоне средние значения содержания этого металла несколько ниже ОДК. Почти на 20 % территории округа наблюдаются превышения ОДК по Cd. Наиболее часто они встречаются в почвах агроландшафтов и усадебной застройки. В 7,7 % случаев отмечено превышение ОДК по Pb и Cu, в 2 % – по Ni. Еще по двум элементам, для которых установлены ПДК в почвах – Mn и V – превышений норматива в почвах округа не выявлено.

### Литература

1. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 237 с.
2. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. М.: Недра, 1990. 335 с.
3. Касимов Н.С. Методология и методика ландшафтно-геохимического анализа городов // Экогеохимия городских ландшафтов / под ред. Н.С. Касимова. М.: Изд-во МГУ, 1995. С. 6-39.
4. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами / Б.А. Ревич, Ю.Е. Саэт, Р.С. Смирнова, Е.П. Сорокина. М.: МГРЭ, 1982. 112 с.
5. Никифорова Е.М., Кошелева Н.Е. Динамика загрязнения городских почв свинцом (на примере Восточного округа Москвы) // Почвоведение. 2007. № 8. С. 984-997.
6. Экологический атлас Москвы / рук. проекта И.Н. Ильина. М.: Изд-во «АБФ/ABF», 2000. 96 с.

**Д.И. Краснова, О.А. Дячук, А.Г. Мельников, Е.В. Наумова,  
Г.В. Мельников**

Саратовский государственный технический университет

### **ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОТОКСИКАНТОВ В БИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДАХ**

В условиях ускоренного научно-технического развития охрана окружающей среды является одной из важнейших проблем современности,

решение которой неразрывно связано с охраной здоровья нынешнего и будущего поколений людей. В настоящее время в результате хозяйственной деятельности человека в биосфере циркулирует большое число различных соединений, многие из которых имеют высокую токсичность. Среди множества токсичных веществ, образующихся при производстве энергии сжиганием ископаемых видов топлива, производствах химической, нефтехимической, металлургической, целлюлозно-бумажной промышленности, наиболее опасными являются вещества группы ПАУ (полициклические ароматические углеводороды). ПАУ обладают мутагенным, тератогенным и канцерогенным действиями на живые организмы<sup>1</sup>.

При попадании в организм ПАУ циркулируют в крови и метаболизируются под действием ферментов, образуя эпоксисоединения, реагирующие с нуклеиновыми кислотами. Данный процесс нарушает синтез ДНК, приводит к возникновению мутаций, способствующих развитию раковых заболеваний<sup>2</sup>. Поэтому изучение процессов взаимодействия ПАУ с белками является актуальной задачей для современной науки<sup>3</sup>.

Целью нашей работы является исследование взаимодействия ПАУ с транспортным белком САЧ (сывороточным альбумином человеческим). Исследования проводятся люминесцентными методами, также применяется метод люминесцентного зонда пирена (представителя группы ПАУ), выбранная структура спектра флуоресценции которого реагирует на изменение полярности микроокружения его молекул. Люминесцентные зонды широко применяются при изучении структурных изменений в белках, липопротеинах, а также при исследовании свойств биологических мембран<sup>4, 5</sup>.

---

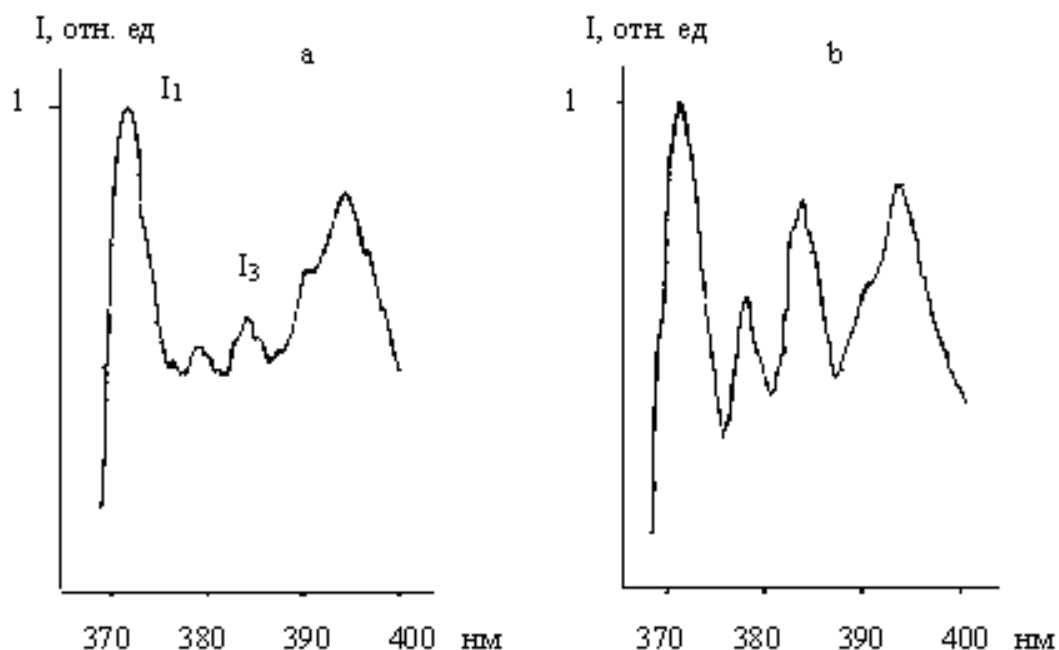
<sup>1</sup> Майстренко В.Н., Ключев Н.А. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей. М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2004.

<sup>2</sup> Ming Kei Chung A Sandwich enzyme-linked immunosorbent assay for adducts of polycyclic aromatic hydrocarbons with human serum albumin / *Analytical Biochemistry*. V. 400. №1. P. 123-129 (2010)

<sup>3</sup> Skupinska, K; Zylm, M; Misiewicz, I; Kasprzycka-Guttman, T Interaction of anthracene and its oxidative derivatives with human serum albumin *Acta biochimica polonica*, V.53. №1. P. 101-112 (2006)

<sup>4</sup> Добрецов Г.Е. Флуоресцентные зонды в исследовании клеток, мембран и липопротеинов. М.: Наука, 1989.

<sup>5</sup> Демченко А.П. Люминесценция и динамика структуры белков. Киев: Наук. думка, 1988.



Спектры флуоресценции пирена в воде (а) и в растворе сывороточного альбумина человека (b)

Получены спектры флуоресценции пирена в воде и в растворе САЧ (рисунок). Из спектров флуоресценции люминесцентного зонда пирена найдены индексы полярности микроокружения его молекул. Индекс полярности определяется как отношение интенсивности первого максимума флуоресценции  $I_1$  к интенсивности третьего максимума  $I_3$  (рис.а). Установлено, что интенсивность флуоресценции возрастает при переходе от водных растворов к растворам САЧ. Это можно объяснить сорбцией молекул пирена белками и, как следствие, уменьшением вероятности безызлучательной потери энергии [<sup>1</sup>]. Индекс полярности в САЧ (1,25) меньше, чем в водном растворе (1,75). Это свидетельствует об уменьшении полярности микроокружения молекул пирена вследствие локализации молекул зонда в гидрофобной микрофазе белков.

Результаты исследования спектральных характеристик люминесцентного зонда пирена могут найти применение в медицине при изучении взаимодействия белков с экотоксикантами, а также для эколого-аналитического определения ПАУ в таких биологических средах, как белки и плазма крови.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 10-02-00159-а (2010-2011 гг.).

<sup>1</sup> Комплексообразование пирена и антрацена с плазмой крови человека / А.М. Салецкий, А.Г. Мельников, А.Б. Правдин, В.И. Кочубей, Г.В. Мельников //Журнал прикладной спектроскопии. 2008. С. 379-382.

**Е.Г. Крушель, И.В. Степанченко**

Камышинский технологический институт (филиал)  
Волгоградского государственного технического университета

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НЕБОЛЬШОГО ГОРОДА**

Текущее экономическое состояние экологических служб небольших городов не позволяет им сформировать развитую сеть экологического мониторинга состояния окружающей среды. Также в большинстве малых городов могут отсутствовать передвижные специализированные лаборатории. Все это является следствием 1990-х годов, когда из-за спада развития промышленности научные исследования в области экологического мониторинга были прекращены (экологические показатели улучшались без принятия мер), а оборудование экологических постов в большинстве случаев было демонтировано.

Быстрый подъём производства с начала 2000-х годов вновь поставил задачу экологического мониторинга в ряд наиболее актуальных. А поскольку бюджет небольшого города очень часто не позволяет планировать создание развитой сети экологического мониторинга или покупку специализированной лаборатории, наиболее рациональным путём развития представляется создание информационной системы экологического мониторинга с разовым полным обследованием всех источников загрязнения и дальнейшим имитационным моделированием экологической обстановки с приборным контролем. Создание такой системы дешевле в разы, чем создание полноценной лаборатории и обеспечение её функционирования.

Кроме того, реализация политики устойчивого развития города, которая предполагает экономическое развитие при одновременном сохранении окружающей среды, требует эффективной системы управления, процессы принятия решений в которой должны опираться на достоверную и современную информацию о состоянии окружающей среды, источниках антропогенного воздействия на неё и вероятных последствиях этого воздействия, что также обуславливает необходимость создания информационной системы экологического мониторинга с функцией прогнозирования.

Пожары 2010 года тоже повышают необходимость моделирования развития экологической ситуации, поскольку восстанавливаемость характеристик атмосферного воздуха в городах во многом зависит от зелёных насаждений вокруг городов и в городах. В то же время бюджет и ресурсы небольшого города не позволяют восстановить зелёные насаждения



в кратчайшие сроки, а самое главное – это невозможно даже теоретически, поэтому создание информационной системы с функциями прогнозирования и моделирования различных ситуаций позволило бы преодолеть «провалы» по показателям за более короткий срок и с лучшей кривой выхода из «провала».

Информационная система позволяет не только получить текущую картину загрязнений, но и отслеживать динамику изменений, проводить корректировку данных с учётом замеров переносным прибором и введением в строй новых промышленных производств. Создание информационной системы экологического мониторинга атмосферного воздуха (включающую модель распространения загрязняющих веществ на территории города, общую карту загрязнений территории города, модель метеоусловий, модель озеленения города) позволит: в стратегическом плане – принимать решения о месте строительства новых производств, объектов жилой застройки, транспортных сетей и мест зелёных насаждений, принимать решения о формировании «запаса прочности» экологической ситуации, в тактическом плане – принимать решения об управлении режимами работы предприятий при неблагоприятных метеоусловиях, о направлении действий по улучшению экологической обстановки (обоснование расходования бюджетных средств на текущий год), в оперативном слежении – принятие решений о месте контроля загрязнений, времени контроля и управлении режимами работы предприятий [1].

В настоящее время в большинстве случаев разделы генеральных планов малых городов в части развития городских систем озеленения, транспортной инфраструктуры, градостроительной организации жилых и промышленных зон, а также раздел мероприятий по снижению воздействий на окружающую природную среду декларируют общие положения и ограничения без моделирования экологической ситуации. Поэтому очень часто принимаемые решения о строительстве производства или автомагистрали имеют плохое качество обоснования, при принятии решения исключаются многие факторы в многокритериальной задаче. Поэтому информационная система экологического мониторинга улучшила бы качество принимаемых решений, а их обоснование имело бы больше аргументов.

Обоснование необходимости научных исследований для решения рассматриваемой задачи:

1. Динамика развития производств требует пересмотра сроков действия экологических паспортов городов, сокращая их фактически до одного года или заменяя их непрерывным экологическим мониторингом, поскольку очень часто запуск новых небольших производств происходит в течение нескольких месяцев.

2. Вопросы стратегического и оперативного управления комплексом экологических показателей на уровне небольшого города в целом практически не рассматривались. Исследования влияния воздействий больших пожаров на состояние атмосферного воздуха в малых городах практически отсутствуют.

3. Завершенной и всесторонне апробированной методологии построения информационных систем экологического мониторинга малых городов еще не создано. Такие информационные системы имеют существенную специфику, требуют серьезного научно-методического обоснования. Для решения задач экологического мониторинга малого города необходимо комплексное моделирование сложных систем, основанное на системном анализе. Формирование основы управления в виде системной модели позволяет обеспечить возможность принятия решений, прогнозирования и управления в соответствии со сложившимися условиями.

4. Утратила применимость нормативная база расчетов экологических показателей – в частности, значения предельно допустимых концентраций вредных веществ, способы оценки объёмов выбросов вредных веществ в атмосферу, формы оплаты за выбросы в атмосферу, так как они не предусматривают совместного территориального расположения предприятий [2]. Также нормативная база не отражает резкого воздействия внешних факторов на состояние атмосферы (например, большая задымлённость – повышенное содержание оксидов углерода), поскольку проекты предельно допустимых выбросов делаются без учёта исключительных ситуаций, а внештатные ситуации на предприятии не предусматривают внешние внештатные ситуации.

Перечисленные позиции обуславливают целесообразность проведения НИР для решения рассматриваемой задачи.

## Литература

1. Крушель Е.Г. Сплайновая интерпретация факела выбросов вредных веществ в атмосферу воздуха / Е. Г. Крушель, И. В. Степанченко, О. О. Привалов // Инновационные технологии в управлении, образовании, промышленности «АСТИНТЕХ-2009» : материалы Междунар. науч. онф., 11-14 мая 2009 года / Федеральное агентство по образованию, Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, Правительство Астраханской области, Астраханский государственный университет. Астрахань, 2009. С. 84-87.

2. Алгоритм идентификации масс выбросов вредных веществ и расходов газовоздушной смеси из группы источников, расположенных на территории города / Е.Г. Крушель, И. В. Степанченко, О. О. Привалов, В. О. Петров // Инновационные технологии в управлении, образовании, промышленности «АСТИНТЕХ-2010» : материалы Междунар. науч. онф., 11-14 мая 2010 года : Т.1 / Министерство образования и науки Российской Федерации, Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, Правительство Астраханской области, Астраханский государственный университет. Астрахань, 2010. С. 40-42.

## ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВАХ г. ОЗЕРСКА (ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Город Озерск, основанный в 1945 г., является монофункциональным по отношению к градообразующему предприятию атомной отрасли ПО «Маяк», выполняющему государственные оборонные заказы по производству компонентов ядерного оружия. Более 50 лет оно оказывает воздействие на экологическое состояние города и его окрестностей. Предшественными почвенно-геохимическими исследованиями в 20-километровой зоне воздействия ПО «Маяк» (в пределах Восточно-Уральского радиоактивного следа) установлено, что наиболее прочно в природных почвах закрепляется  $^{137}\text{Cs}$ , а распределение радионуклидов (РН) имеет поверхностно-аккумулятивный характер [2, 5]. В пойменных ландшафтах р. Течи выявлена тенденция к снижению уровней загрязнения почвенного покрова РН вниз по течению реки и от ее русла в поперечном направлении, при этом с увеличением обводненности почв миграционная способность  $^{37}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  повышалась [3]. Оценка же радиационного загрязнения почв на территории г. Озерска ранее не проводилась. Цель работы – изучить пространственное распределение естественных ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ) и искусственного ( $^{137}\text{Cs}$ ) РН в поверхностном горизонте почв различных функциональных зон города.

**Объект и методы исследования.** Г. Озерск расположен на полого-холмистой равнине восточного склона Южного Урала в северной подзоне лесостепной зоны. Территория города протяжённостью 4,5 км с севера на юг и 5,5 км с запада на восток находится в 2,5 км к северу от ПО «Маяк». Роза ветров характеризуется преобладанием западного переноса. Изучаемая территория находится вне зоны загрязнения радиоактивными отходами ПО «Маяк» и радиоактивной пылью с берегов оз. Карачай, выброшенными в атмосферу при взрыве 1957 г. и ураганном ветре в 1967 г.

Изучаемый район в системе почвенного районирования относится к Южно-Уральской провинции. Зональными почвами являются светло-серые и серые лесные, черноземы выщелоченные [5]. В пределах города зональные почвы сохранились на территории природных парков, где антропогенное воздействие практически отсутствует. В других зонах производилось искусственное выравнивание территории или ее рекультивация путем подсыпки незагрязненных почв и разбивки скверов.

Для оценки пространственной дифференциации городских почв по

содержанию РН из поверхностного (0-10 см) слоя был произведен отбор проб по сетке с шагом 500 м. Всего были опробованы 53 точки, в каждой из которых определялись ее координаты, принадлежность к функциональной зоне, значение радиационного фона, гранулометрический состав почв, тип растительности. Все пробы проанализированы на содержание РН с помощью сцинтилляционного гамма-спектрометра (детектор – NaJ(Tl) 160×160 мм с колодцем 55×110 мм, аналитик А.Л.Керзин). Выполнено функциональное зонирование города и выделены 4 зоны: селитебная, парковая (природные леса), скверы (сильно измененные природные или искусственно созданные человеком насаждения), промышленная. Растительность дифференцирована по 4 типам: искусственные насаждения (посадки тополя, ели, березы и др.), лиственные леса, хвойные леса и луга. Полученные данные обработаны в программном пакете STATISTICA 7.0.

**Результаты и их обсуждение.** Поверхностный горизонт исследуемых почв характеризуется слабокислой реакцией среды (рН 6,3). Средние значения  $^{137}\text{Cs}$  составляют 72,  $^{40}\text{K}$  – 226,  $^{226}\text{Ra}$  – 24,  $^{232}\text{Th}$  – 14 Бк/кг.

Установлено, что в разных функциональных зонах города и типах растительности накапливаются различные элементы (табл. 1). Оценка пространственной дифференциации почв по содержанию РН показала, что наиболее загрязненной  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{226}\text{Ra}$  является зона парков, где среднее значение удельной активности равно 163,7 и 26,2 Бк/кг соответственно. Максимальные удельные активности  $^{40}\text{K}$  (276,8 Бк/кг) и  $^{232}\text{Th}$  (18 Бк/кг) обнаружены в промышленной зоне.

Таблица 1

Среднее содержание РН (Бк/кг) в поверхностных горизонтах почв функциональных зон и в целом по территории г. Озерска

Функциональная зона	Cs-137	K-40	Ra-226	Th-232
Селитебная	32,7	240,1	25,6	17,0
Скверы	33,4	267,3	21,2	16,4
Парки	163,7	142,6	26,2	9,1
Промышленная	45,7	276,8	24,1	18,2
Город в целом	72,7	226,3	24,5	14,9

Анализ распределения концентраций РН в почвах в зависимости от типа городских насаждений (табл. 2) выявил наибольшие концентрации  $^{137}\text{Cs}$  в сосновых лесах (140 Бк/кг). Природные РН накапливаются в искусственных насаждениях ( $^{40}\text{K}$  – 302,2,  $^{232}\text{Th}$  – 18,4 Бк/кг).

Оценка плотности загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  показала, что город в целом характеризуется значением плотности загрязнения, равным 0,13 Ки/км<sup>2</sup>, что соответствует 13 % от предельно допустимой для РФ, которая равна 1 Ки/км<sup>2</sup> [1].

Среднее содержание РН (Бк/кг) в поверхностных горизонтах почв, сформированных под различными типами насаждений

Тип городских насаждений	Cs-137	K-40	Ra-226	Th-232
Луга	104,1	266,2	29,6	17,4
Лиственный лес	42,6	193,8	22,4	14,0
Хвойный лес	139,8	160,1	25,3	9,3
Искусственные насаждения	34,4	302,2	21,5	18,4

Степень загрязнения почв природными РН оценивалась на основе расчета их эффективной удельной активности ( $A_{эф}$ ), которая составила в среднем по городу 270 Бк/кг. Это позволяет использовать строительные материалы и минеральное сырье во всех видах работ без ограничений [4]. Исключением является зона на берегу оз. Иртяш, в которой значение плотности загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  равно 2,47 Ки/км<sup>2</sup>, а  $A_{эф}$  природных РН колеблется в пределах от 370 до 740 Бк/кг.

Анализ пространственного распределения РН в почвах г. Озерска показал, что основное количество РН сосредоточено в промышленной и парковой зонах города с преимущественно искусственными насаждениями и сосновыми лесами. Активные производственные процессы в промышленной зоне являются причиной накопления здесь  $^{40}\text{K}$  и  $^{232}\text{Th}$ . Высокие удельные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{226}\text{Ra}$  в верхнем почвенном горизонте парковой зоны, вероятно, связаны с тем, что данная территория никогда не подвергалась антропогенному воздействию, то есть здесь не производились засыпки территории не загрязненным РН материалом. По концентрациям РН в этой зоне мы можем судить о поступлениях загрязняющих веществ со дня основания города. Средние содержания изучаемых РН ниже предельно допустимых величин, принятых в РФ.

## Литература

1. Закон РФ «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» № 1244-1 от 15.05.1991 (ред. от 24.07.2009).
2. Состояние радионуклидов в почвах Восточно-Уральского радиоактивного следа / В.В. Мартюшов, Д.А. Спирин, В.В. Базылев, Т.А. Федорова, В.З. Мартюшова, Л.А. Панова // Экология. 1995. №2. С. 110-113.
3. Радиоэкологические аспекты поведения долгоживущих радионуклидов в пойменных ландшафтах верхнего течения реки Теча / В.В. Мартюшов, Д.А. Спирин, В.В. Базылев, В.И. Полякова, В.П. Медведев, В.З. Мартюшова, Л.А. Панова, И.Г. Тепляков // Экология. 1997. №5. С. 362-368.
4. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). Санитарные правила СП 2.6.1.758-99, утв. Минздравом РФ от 02.07.1999.
5. Ландшафтно-геохимические аспекты почвенного покрова Восточно-Уральского радиоактивного следа / Г.Н. Романов, В.З. Мартюшова, Е.Г. Смирнов, Е.В. Филатова // Геохимия, 1993. №7. С. 955-962.

**МЕТОД МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ  
ИНДУКТИВНО-СВЯЗАННОЙ ПЛАЗМЫ В СРАВНИТЕЛЬНОМ  
АНАЛИЗЕ ПИТЬЕВЫХ ВОД РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

Работа посвящена изучению минерального состава питьевых источников, в том числе рек, родников, водопроводной воды и воды бутилированной. Используются материалы масс-спектрометрических исследований 2002-2010 годов элементного состава водных систем и выборочные данные по р. Волге и Иргизу, трем родникам в районе Саратова, трем бутилированным водам, продававшимся в магазинах Саратова и водопроводной воде Саратова, которые были достаточно систематическими.

Очевидно, что микроэлементный состав воды, которую мы пьем, оказывает основополагающее значение на наше здоровье и, естественно, на продолжительность нашей жизни. Поэтому исследование микроэлементного состава рек, водных источников, которые служат питьевым целям, является крайне необходимым.

Масс-спектрометрический анализ показывает, что можно создать «минеральный портрет» водного источника, по которому в дальнейшем можно следить за изменением минерального состава воды и достаточно легко определять по количественным отклонениям микроэлементов, имеющих как природное, так и техногенное происхождение, питьевые качества воды.

Представленные исследования являются продолжением работ по масс-спектрометрическому исследованию водных систем, а также изучению микроэлементов в снежном покрове, почве и воздухе [1,2].

Цель данной работы состояла в определении возможно полного элементного состава водных источников, имеющих питьевое значение и выявления тех микроэлементов, по которым можно определять и характеризовать воду, т.е. выявить характеристические микроэлементы методом сравнительного анализа. Также возникала необходимость установить возможные превышения ПДК в исследуемых водах по отдельным микроэлементам, которые могут являться следствием различных факторов, связанных с техногенным воздействием на окружающую среду, и провести оценку такого загрязнения.

В таблице приводятся средние значения каждого микроэлемента.

Анализ микроэлементного состава отобранных образцов производили в лаборатории ГосНИИЭНП (Саратов) с помощью масс-

спектрометра – ICP-MS / VG PQ ExCell / Thermo Elemental по стандартной методике МВИ ЕРА 200.8.

В таблице приводятся значения ПДК для элементов в воде хозяйственно-питьевого и культурно-бытового и рыбохозяйственного назначения, принятые в России в 2003 году и действующие на сегодняшний момент (перечень рыбохозяйственных нормативов, 1999; Предельно допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов, 2003). Приведено содержание микроэлементов в реках Иргиз (1), Волга (3) и водопроводная вода г. Саратова (2), трех родников в черте г. Саратова (4-6), трех бутилированных вод, приобретенных в магазинах Саратова (7-9).

Микроэлементный состав изменяется в довольно широких пределах (таблица).

Содержание микроэлементов в водах (мкг/дм<sup>3</sup>)

Элемент	ПДК Р.х.	ПДКв.	речная вода			родники			бутилик. воды		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Li	80	30	18	6,7	8	10	15	13.5	9,4	35	900
Be	0,3	0.2	0,01	0,01	0.01	0,01	0,1	0.015	0,01	0	1,3
Al	40	200	15	133	0,8	4,5	2,2	1,2	9,1	0,3	2
Ti	60	100	1,5	2,5	1.1	2,1	1,6	3.5	1,4	2,5	13
V	1	100	5,5	2,2	2.1	1,4	11	1.4	1	2,2	5
Cr	500	50	4	6	3.3	2,1	0,4	3.4	5,7	5,7	32
Mn	10	100	3	4	7.2	0,3	3	0.6	0,5	0,4	159
Fe	100	300	70	290	75	44,5	36	82	67	64	80
Co	10	100	0,7	1,7	0.3	0,1	0,6	0.4	0,3	0,1	2
Ni	10	20	5,1	7,8	5.1	5,4	4,2	11.2	5,3	5,3	5
Cu	1	1000	7,5	4,8	4.2	3,2	0,8	3.5	4,1	2,7	1,5
Zn	10	1000	0,9	15,3	12.6	2,8	1,1	7.8	0,8	0,5	3
As	50	10	3,7	3,2	1.8	2,6	3,9	3.4	5,7	6,4	790
Se	1,6	10	2	0,1	3.6	55	5,8	10.5	5,4	4,4	10
Sr	400	7000	810	982	423	62	455	715	134	69	1800
Mo	1,2	250	1,1	1	0.8	0,01	1	1	1,3	0,3	0,01
Cd	5	1	0,02	0,3	0.08	0,06	0	0.18	0	0	0,2
Ag		50	0,02	0,05	0.09	0,01	0,08	0.05	0,2	8,6	0,06
J	200	125	1,1	2,3	4.2	11,6	3,7	10.5	2,5	4,1	11
W	0,8	50	0,03	0,7	0.02	0,01	0,01	0.04	0,1	0,05	0,01
Hg	0,01	0.5	0,03	0,4	0.1	0,07	0,3	0.06	0,03	0,04	0,5
Tl		0.1	0,1	0	0.002	0,01	0,01	0.03	0	0	1
Pb	6	10	0,08	0,16	0.05	0,02	0,05	0.04	0,01	0,01	0
Bi		100	0	0	0.002	0,01	0	0.002	0	0	0
Th			0	0	0.002	0	0	0.005	0	0,01	0
U		100	0,5	0,2	0.5	0,05	7,5	1.8	0,6	0,01	1,2

В результате проведения данного исследования был определен микроэлементный состав исследуемых источников. Можно сделать следующие выводы.

1. При оценке питьевых качеств водных источников большое значение имеет анализ микроэлементного состава воды; наиболее

сбалансированным и близким к физиологическим нормам по минеральному составу оказались воды родников.

2. Питательные бутилированные воды очень различны; некоторые следует отнести к категории лечебных.

3. Водопроводная вода по сравнению с природной водой рек может иметь повышенное содержание алюминия и железа.

### Литература

1. Курсков С.Н., Растегаев О.Ю., Чупис В.Н. Изучение элементного состава природных вод методом масс-спектрометрии индуктивно связанной плазмы. // Экологические проблемы промышленных городов: сб. Саратов, 2007. С.144.

2. Курсков С.Н., Растегаев О.Ю., Чупис В.Н. Сравнительный анализ состава вод р. Волга и родников с помощью метода масс-спектрометрии индуктивно-связанной плазмы. // Экологические проблемы промышленных городов: сб.. Саратов, 2009. С.138.

**З.С. Кхатаб, М.А. Сазыкина, Е.М. Новикова,  
И.С. Сазыкин, М.И. Сазыкина**

Научно-исследовательский институт биологии Южного Федерального университета, г. Ростов-на-Дону

### **ТОКСИЧНОСТЬ ВОДЫ РОДНИКОВ г. РОСТОВА-НА-ДОНУ (2009 г.)**

Родники – это уникальная часть природного ландшафта. Контроль качества родниковой воды имеет как экономическое, так и социальное значение.

Многообразие антропогенных поллютантов диктует повышенные требования к экспрессности и производительности тест-систем, используемых для мониторинга водных экосистем. Лишь небольшая их часть пригодна для организации экологического мониторинга, приносящего реальную пользу. Прежде всего, это системы, основанные на использовании биосенсоров, в частности люминесцентных [1-3].

Для биотестирования нами были использованы следующие биосенсоры: *E. coli* AB1157 (pRecA-lux), *E. coli* MG 1655 (pSoxS-lux), *E. coli* (ParsR::lux), *E. coli* (PmerR::lux) (штаммы были любезно предоставлены И.В. Мануховым (ФГУП «ГосНИИГенетика»).

Бактерии выращивали в среде LB, содержащей 100 мкг/мл ампициллина. Бактерии-биосенсоры брали в экспоненциальной фазе роста. Измерение биолюминесценции проводилось на микропланшетном люминометре LM-01T (Immunotech). Мерой загрязнения служил коэффициент индукции, рассчитываемый как отношение



биолюминесценции опытной пробы к биолюминесценции контрольной пробы. Если значения фактора индукции были больше 1,5 и меньше 2, обнаруженный эффект оценивали как «слабый»; если они лежали в диапазоне от 2 до 10 – как «средний», а при превышении 10 – как «сильный».

Образцы воды для биотестирования периодически отбирались из 20 родников г. Ростова-на-Дону в течение весны и лета 2009 г.

При использовании биосенсора *E. coli* AB1157(pRecA-lux), отвечающего на присутствие веществ ДНК-тропной природы, слабый генотоксический эффект зарегистрирован в воде 2 родников (10,53 %) без применения метаболической активации, в 10 родниках (52,63 %) – с использованием метаболической активации.

Генотоксический эффект средней силы был зафиксирован в 22 пробах воды из 12 родников (63,16 %) только при применении метаболической активации. Таким образом, ДНК-тропные вещества обнаружены во всех родниках, при этом зарегистрирован слабый и средний генотоксический эффект.

Наиболее сильный ответ биосенсора зарегистрирован в роднике Гремучий. Фактор индукции в пробах воды, отобранных в разное время, оставался практически неизменным, и составил около 2,6 ед., причем реакция штамма была зафиксирована как в случае использования метаболической активации, так и без нее. Данный факт свидетельствует о наличии постоянного источника загрязнения вблизи этого источника, который поддерживает определенный уровень поступления ДНК-тропных веществ.

Результаты исследования проб воды с помощью биосенсора *E. coli* MG 1655 (pSoxS-lux) показали ответ биосенсора на действие воды 7 родников из 19 исследованных (36,84 %), что свидетельствует о присутствии в воде данных родников веществ, вызывающих окислительный стресс. Максимальный эффект отмечен в пробах воды родников Гремучий, на ул. Береговой, на территории Парамоновских складов. Фактор индукции составлял 2,04 и 2,17 соответственно.

Ответ биосенсора, реагирующего на присутствие в среде ртути и кадмия, был зарегистрирован в воде 9 родников. Наиболее значительный из них обнаружен в воде родника на ул. Борко/Капустина и родника Сурб-Хач (факторы индукции составили 68,2 и 30,3 соответственно).

Содержание мышьяка зафиксировано практически в половине (11) исследованных проб родниковой воды. Наибольшее его количество отмечено в воде родника Гремучий и источника на Парамоновских складах – факторы индукции составили 4,38 и 2,82, соответственно.

Таким образом, практическое использование системы тестов на основе lux-биосенсоров показало возможность получения объективной информации о состоянии экосистем. Перспективным путем повышения

чувствительности тестирования токсичности может быть увеличение числа используемых тест-систем.

### Литература

1. Niu S.Y., Wang S.J., Shi C., Zhang S.S. Studies on the fluorescence fiber-optic DNA biosensor using p-hydroxyphenylimidazo[f]1,10-phenanthroline ferrum[III] as indicator // J. Fluoresc. 2008. V.18. № 1. P. 227-235.
2. Ivask A., Green T., Polyak B., Mor A., Kahru A., Virta M., Marks R. Fibre-optic bacterial biosensors and their application for the analysis of bioavailable Hg and As in soils and sediments from Aznalcollar mining area in Spain // Biosens. Bioelectron. 2007. V. 22. № 7. P. 1396-1402.
3. Dizer H., Wittekindt E., Fischer B., Hansen P.D. The cytotoxic and genotoxic potential of surface water and wastewater effluents as determined by bioluminescence, umu-assays and selected biomarkers // Chemosphere. 2002. V. 46. № 2. P. 225-233.

**Е.А. Луцай, Л.Л. Журавлева, Д.Е.Иванов**

ФГУ «ГосНИИЭНП», г. Саратов

### **СИСТЕМА БИОМОНИТОРИНГА ОПАСНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Статья 22 закона «Об охране окружающей среды» определяет «экологический мониторинг как систему наблюдений за состоянием окружающей среды для своевременной оценки возможных изменений физических, химических и биологических процессов, уровня загрязнения атмосферного воздуха, почвы, водных и других природных объектов, предупреждения и устранения негативных явлений, а также обеспечения заинтересованных организаций и населения текущей и экстренной информацией об охране окружающей среды и прогнозированию ее состояния.

Биологический мониторинг является составной частью экологического мониторинга опасных промышленных объектов. Первичный анализ токсичности окружающей природной среды (атмосферного воздуха, природных вод, почвы) в санитарно-защитной зоне и зоне защитных мероприятий проводится с помощью аттестованных методик биотестирования. Методы биоиндикации используются как дополнительные. При обнаружении токсичности проводится химический анализ с целью идентификации загрязняющих веществ. Для качественной организации системы биомониторинга необходимо: определить стационарные пункты контроля, выбранные в соответствии с системой пробоотбора; проводить полевые и лабораторные исследования методами биотестирования

и биоиндикации; полученные и статистически обработанные данные использовать для оценки и прогноза экологической ситуации.

Методы оценки генотоксичности в настоящее время редко используются в ходе биомониторинга. Однако известно, что ряд загрязняющих веществ могут являться мутагенами и оказывать негативное влияние на генетический аппарат клеток, что будет проявляться в последующих поколениях живых организмов. Поэтому при проведении биомониторинга зоны влияния опасных промышленных предприятий необходимо проводить и изучение возможных генотоксических эффектов.

С целью совершенствования системы разработаны и аттестованы следующие методы биотестирования:

1. Методика определения токсичности питьевых, природных, сточных вод, донных отложений, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по изменению уровня хромосомных aberrаций в апикальной меристеме проростков семян и луковицах растений (свидетельство № 224.01.03.067/2009).

2. Методика определения токсичности питьевых, природных, сточных вод, донных отложений, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов с использованием микроядрышкового теста на проростках семян и луковицах растений (свидетельство № 224.01.03.067/2009).

3. Экспресс-методика оценки токсичности воды, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности цериодафний (*Ceriodaphnia affinis*) при повышении температуры культивационной среды (свидетельство № 224.01.13.141/2007).

4. Экспресс-методика оценки токсичности воды, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности дафний (*Daphnia magna* Straus) при повышении температуры культивационной среды (свидетельство № 224.01.13.161/2007).

5. Экспресс-методика оценки токсичности воды, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению спонтанной двигательной активности дафний (*D. magna* Straus) (свидетельство № 224.01.13.20/2007).

Предложен новый метод биотестирования: «Способ биотестирования проб воды и устройство для его осуществления» (патент на изобретение № 2409813).

В настоящее время нами используется система биотестирования качества природных сред, включающая тест-организмы, относящиеся к различным систематическим группам (низшие и высшие растения, клетки млекопитающих, микроорганизмы, одноклеточные и многоклеточные беспозвоночные животные). Проводится экологический мониторинг зоны влияния завода по уничтожению химического оружия в поселке Горный Саратовской области, оценка токсичности отходов, а также

контролируется экологическая обстановка в районе Балаковской атомной электростанции [1-4].

### Литература

1. Система биотестов для экологического мониторинга / В.Н. Чупис, Е.А. Лушай, И.Н. Ларин, А.А. Загреков, Е.В. Ильина, Д.Е. Иванов // Экология и промышленность России. 2008. № 1. С. 44-45.
2. Оценка качества воды водоема-охладителя Балаковской атомной электростанции методами биомониторинга / В.Н. Чупис, Л.Л. Журавлева, В.А. Жирнов, И.Н. Ларин, Е.А. Лушай, Н.В. Емельянова, Е.В. Ильина, Д.Е. Иванов // Теоретическая и прикладная экология. 2008. №2. С. 43-50.
3. Токсикологическая оценка реакционной массы, образующейся при детоксикации люизита / В.Н. Чупис, Е.А. Лушай, И.Н. Ларин, А.А. Загреков, Е.В. Ильина, Д.Е. Иванов // Токсикологический вестник. 2008. № 1. С. 8-13.
4. Перспективные методы оценки генотоксичности отходов и природных сред в зоне влияния промышленных предприятий / В.Н. Чупис, Н.В. Емельянова, Д.Е. Иванов, В.А. Жирнов, И.Н. Ларин, С.М. Захаров, Е.А. Лушай // Экология и промышленность России. 2010. № 7. С. 34-37.

### Т.В. Макаренко

Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины, Республика Беларусь

## СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВОДОЕМОВ ГОМЕЛЯ

Целью работы являлось определение влияния полигона твердых бытовых отходов на степень загрязнения донных отложений водоемов.

Содержание тяжёлых металлов в донных отложениях определялось атомно-эмиссионным спектральным методом на спектрофотометре PGS-2 в лаборатории физико-химического анализа Института геохимии и геофизики НАН Беларуси. Чувствительность метода –  $10^{-4}$  мг/кг.

Содержание тяжелых металлов в донных отложениях водоемов г. Гомеля

Водоем	Концентрация, мг/кг сухой массы						
	Pb	Cu	Zn	Mn	Co	Cr	Ni
оз.У-образное	98,1	108,5	270,9	886,6	8,5	91,6	38,7
оз.Дедно	20,95	34,63	158,3	692,1	4,78	26,70	18,70
Фоновый водоем	9,5	8,6	178,7	614,4	3,0	6,6	9,8

Изучение содержания элементов на различных участках фонового водоема и оз. Дедно не обнаружило существенного варьирования содержания тяжелых металлов, которое носило бы закономерный

характер. Однако был установлен факт общего значительного загрязнения тяжелыми металлами донных отложений оз. Дедно по сравнению с фоновым водоемом, но пространственное распределение концентраций при этом носит более или менее однородный характер. Загрязнение донных отложений оз. Дедно тяжелыми металлами связано с поступлением стоков предприятий в водоем.

Детальное изучение отложений оз. У-образное (водоем официально не принимает стоки) показало, что существует значительная пространственная неоднородность распределения тяжелых металлов в донных отложениях данного водоема. В частности, были определены более высокие концентрации всех изучаемых металлов в той части водоема, которая расположена вблизи рынка «Прудковский». Данную особенность можно связать с тем, что на этом участке вблизи водоема в зоне водосбора долгое время находится свалка бытовых отходов. Как известно, максимальное загрязнение большинством химических элементов, в том числе и тяжелыми металлами, распространяется в радиусе 2 км от источника загрязнения. Это и обусловило локальный характер загрязнения участка донных отложений оз. У-образное, примыкающего к полигону твердых бытовых отходов.

Для свинца и меди заметно значительное снижение содержания элемента в донных отложениях водоема по мере удаления от полигона твердых бытовых отходов, причем, минимальное количество свинца и меди отмечено на расстоянии 280 м от полигона отходов. Характерной особенностью для данных металлов является увеличение их концентрации на расстоянии около 500 м от полигона. На данном участке вдоль берега водоема, близко к урезу воды, проходит оживленная автотрасса, что явилось причиной повышенного содержания свинца и меди в донных отложениях. Согласно исследованиям белорусских ученых, даже при использовании неэтилированного бензина выхлопные газы автомобилей содержат соединения свинца и других тяжелых металлов. В донных отложениях оз. У-образное распределение цинка имеет особый характер: отмечено существенное снижение его концентрации в донных отложениях на расстоянии 150-250 м от полигона. Наблюдается более выраженный по сравнению с ранее рассмотренными металлами разброс содержания цинка в донных отложениях на различном расстоянии от полигона отходов, что может быть обусловлено дополнительными источниками поступления металла в водоем.

Что касается общего повышенного содержания в донных отложениях оз. У-образное определяемых тяжелых металлов по сравнению с фоновым водоемом. Это, может быть следствием длительного поступления в озеро сточных вод ПО «Коралл». Однако уровень содержания металлов в донных отложениях оз. У-образное, официально не контактирующего со сточными водами, значительно выше, чем в оз. Дедно, приспособленном

для сброса городских стоков. Не исключено, что оз. У-образное в настоящий момент подвергается воздействию несанкционированных стоков. Также на уровень загрязнения водоема существенное влияние оказывает поверхностный сток с территории рынка, полигона твердых бытовых отходов и близлежащей автостоянки.

Донные отложения озер Дедно и У-образное загрязнены изучаемыми элементами в значительной степени. Для донных отложений водоемов построены ряды накопления металлов: оз.У-образное  $Cu > Pb > Cr > Ni > Co \approx Zn > Mn$ ; оз.Дедно  $Cr > Cu > Pb > Co > Zn > Ni > Mn$ . Основными загрязнителями донных отложений водоемов г. Гомеля являются медь, хром и свинец. Полигоны твердых бытовых отходов негативно влияют на водные экосистемы, являясь одним из источников поступления соединений тяжелых металлов в водоем.

**Н.Г. Максимович, Е.А. Хайрулина**

Естественнонаучный институт Пермского государственного  
университета

## **К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЛЕСОПАРКОВОЙ ЗОНЫ ГОРОДА**

Традиционно, при экологической оценке лесопарковых городских территорий исследуются животный мир, растительность, воздух, поверхностные воды и почвы. Изучению состояния подземных вод уделяется меньшее внимание. Тем не менее, подземная гидросфера в пределах лесных массивов, находящихся на территории крупных городов, подвергается существенному изменению, связанному с нарушением естественного водообмена и загрязнением.

Исследование гидрогеологических условий проводилось на примере Черняевского лесопарка г. Перми, являющегося особо охраняемой территорией регионального значения. Черняевский лесопарк площадью 6,9 км<sup>2</sup> является уникальным лесным массивом, который несмотря на расположение в черте города сохранил черты зональных ландшафтов. Этому способствовала его большая территория, статус, существенно ограничивающий хозяйственную деятельность в ее пределах и специфические гидрогеологические условия.

В пределах Черняевского лесопарка хозяйственная деятельность существенно ограничена, однако, недра и подземные воды в той или иной степени подвержены техногенному воздействию, которое приводит к загрязнению грунтов и подземных вод. Источники техногенного

воздействия находятся как на территории Черняевского лесопарка, так и за его пределами.

К внешним источникам техногенного загрязнения относятся талые и дождевые воды с городской территории, атмосферные осадки, содержащие загрязнители, загрязненные подземные воды. К внутренними источниками загрязнения – неорганизованные свалки мусора, застойные воды заболоченных мест, утечки и аварийные ситуации в системе канализации и др.

Для уточнения гидрогеологической обстановки были пробурены в верхней аллювиальной толще 21 скважина. В скважинах проводились замеры уровней грунтовых вод и их температур. Гидрохимические исследования воды из скважин проводились в осенне-зимний и весенний периоды. Пробы воды исследовались на содержание следующих компонентов: кальций, магний, ионы аммония, гидрокарбонаты, железо общее, сульфаты, фосфаты, хлориды, нитраты, нитриты, хром (общий, трех и шестивалентный), СПАВ, нефтепродукты, фенол. Определялись рН, сухой остаток, БПК, ХПК.

Режим грунтовых вод в районе Черняевского лесопарка во многом определяется достаточно высокой проницаемостью пород, значительной залесенностью, относительно высоким перепадом высотных отметок (от 95 до 126 м), небольшим количеством водотоков, наличием дрены вдоль западной границы (р. Мулянка). Эти факторы определили специфику структуры потока грунтовых вод. Глубина залегания грунтовых вод различна и определяется топографическим фактором. Наиболее обширный по площади участок, где грунтовые воды залегают близко к поверхности, приурочен к пониженному участку в центральной части исследуемой территории. Здесь отмечаются процессы заболачивания, в основном обусловленные двумя факторами: выходом грунтовых вод на поверхность и плохими условиями стока. В условиях загрязнения грунтовых вод химические вещества поступают в биологический круговорот, что негативно сказывается на природных комплексах в целом.

Защищенность подземных вод является важной экологической характеристикой. По методике Гольдберга-Газда [1] произведен расчет естественной защищенности грунтовых вод от поверхностного загрязнения. Результаты расчетов показывают, что в пределах лесопарка грунтовые воды повсеместно характеризуются I категорией условий защищенности, то есть имеют наименьшую защищенность. Слабая защищенность грунтовых вод обусловлена особенностями строения зоны аэрации, которая имеет небольшую мощность (0-6,0 м) и сложена относительно хорошо проницаемыми отложениями – в основном песком и супесью, реже – суглинком. Коэффициент фильтрации пород, слагающих зону аэрации, изменяется в пределах 0,3-4,62 м/сут.

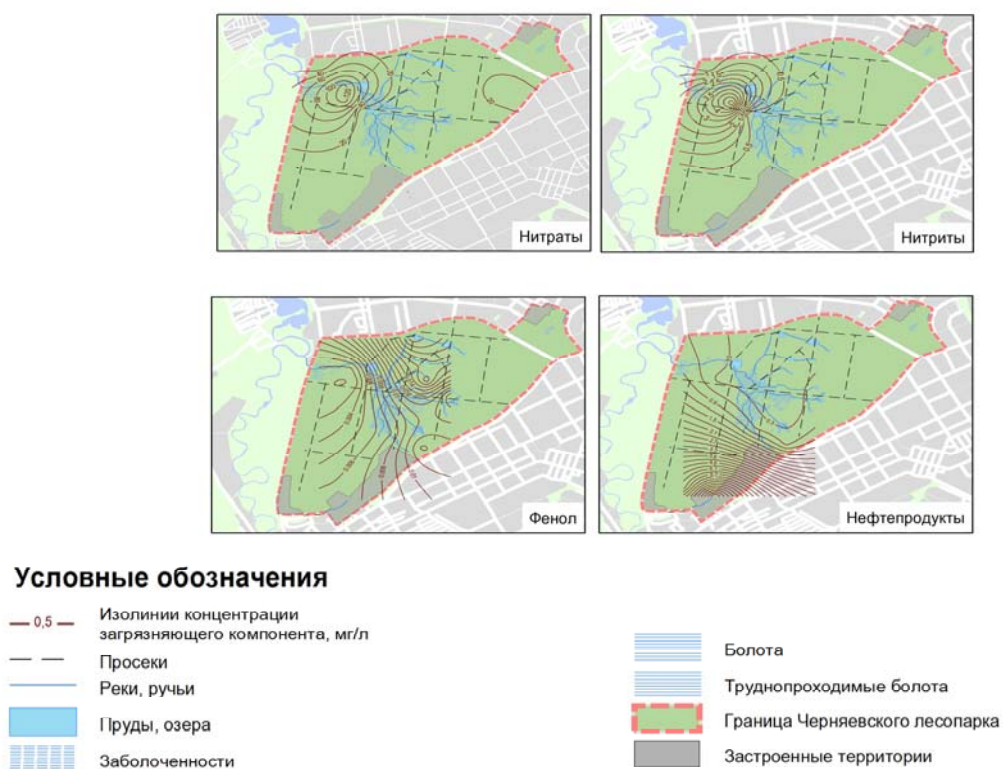
Гидрохимические исследования грунтовых вод показало, что на территории Черняевского лесопарка распространены воды пресные (сухой

остаток 104-646 мг/дм<sup>3</sup>), водородный показатель изменяется в пределах 7,4-5,49. В ионном составе преобладают гидрокарбонаты и кальций, реже сульфаты и натрий.

По содержанию азотосодержащих компонентов на ряде участков исследуемой территории прослеживается азотное загрязнение. Высокого содержания аммония (1,1-7,5 ПДК), нитратов (2,2-2,9 ПДК) и нитритов (1,2-1,8 ПДК) в центральной заболоченной части лесопарка связано, скорее всего, с природными факторами – процессами заболачивания (рисунок).

Грунтовые воды загрязнены фенолом (2,2-20,6 ПДК) повсеместно (рисунок). Такой характер распределения свидетельствует о поступлении данного вещества с атмосферными выпадениями.

Максимальные концентрации нефтепродуктов (до 29,2 ПДК) выявлены в южной части Черняевского лесопарка (рисунок). По направлению грунтового потока, направленного вглубь лесопарка, содержание нефтепродуктов уменьшается. Особенности распределения нефтепродуктов указывает, что источник их поступления находится на городской территории.



#### Содержание загрязняющих компонентов в грунтовых водах

Проведенные исследования позволили выделить проблемные в гидрогеохимическом отношении участки. В центральной части Черняевского лесопарка зафиксированы повышенные концентрации нефтепродуктов, аммония и фенола. Пониженное в гипсометрическом отношении положение участка способствует накоплению загрязнителей.



Эта особенность нашла отражение на распределении содержания таких компонентов как кальций, натрий, хлориды, сульфаты, сухого остатка. Превышений ПДК по перечисленным показателям не выявлено, но максимальные концентрации оказываются приуроченными к этой части, т.е. этот участок характеризуется повышенной способностью аккумулировать загрязняющие вещества.

Настоящая работа была подготовлена при поддержке гранта РФФИ 10-05-96017 р\_урал\_a «Теоретические основы создания искусственных геохимических барьеров для защиты окружающей среды при освоении природных ресурсов Западного Урала»

## Литература

1. Гольдберг В.М., Гадза С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. М.: Изд-во «Недра», 1984. 262 с.

**Т.А. Маркина, Е.И. Тихомирова, С.В. Бобырев, Н.А. Угланов,  
О.В. Абросимова**

Саратовский государственный технический университет

## **РАЗРАБОТКА IT МЕТОДОЛОГИИ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ РЕГИОНА**

Сложившаяся за последние годы в Российской Федерации неблагоприятная ситуация в области хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования обосновывает актуальность развития теоретических и методических основ экологического регламентирования антропогенных и техногенных нагрузок на водные объекты, необходимость проведения комплексной экологической оценки и прогнозирования состояния водных объектов, а также условий формирования качества воды. Безопасность питьевого водоснабжения является одной из главных составляющих безопасности населения России. Рациональное использование различных по характеру водных объектов актуально как для Государственных структур, так и для предприятий малого и среднего бизнеса.

Государственный мониторинг водных объектов регламентирует исследования по ряду направлений: регулярные наблюдения за качественными и количественными характеристиками водных объектов (определяются гидробиологические, гидрохимические, гидрологические, токсикологические показатели); сбор, обработку и хранение сведений, полученных в результате наблюдений; внесение сведений, полученных в результате наблюдений, в государственный водный реестр.

Каждым из этих направлений занимаются отдельные государственные структуры и частные фирмы. Однако последние программные разработки комплексного мониторинга водных экосистем осуществлялись в середине 80-х гг. XX века. Быстрый прогресс компьютерных технологий в настоящее время не только дает возможность разработать на качественно новом уровне автоматизированную систему сбора и обработки информации, позволяющей адекватно оценивать и прогнозировать дальнейшее состояние водных объектов, но и значительно расширяет диапазон решаемых задач.

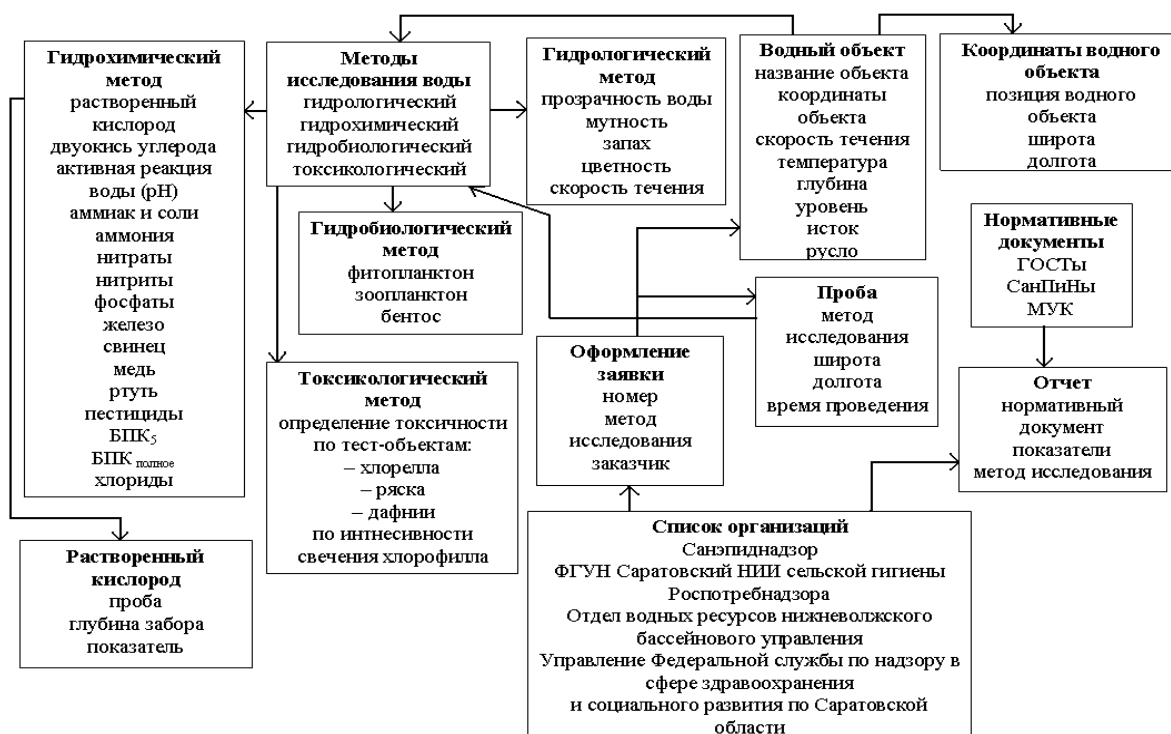
Кроме того, в общепринятых методиках прогнозирования состояния водных объектов, специфика региона, и связанные с ней особенности взаимодействий процессов в экосистеме, не учитываются. Без этого оказывается невозможным принимать обоснованные решения по рациональному природопользованию, особенно для малого и среднего бизнеса, где ресурсы для проведения собственных исследований отсутствуют.

Решение данной проблемы предполагает создание экспертной системы, для которой необходимо сформировать базу данных, описывающей состояние экосистем, и базу знаний, отображающей взаимосвязь процессов в экосистеме. Кроме того, базы данных и знаний должны быть привязаны к местности, для чего требуется применение современных геоинформационных технологий.

Формирование конкретного контента баз данных и знаний предполагает использование многочисленных методов – гидрохимических, гидрологических, гидробиологических, токсикологических и других, как стандартных, так и адаптированных к региональным условиям, что в сумме составляет разрабатываемую методику мониторинга (рисунок).

Практическая реализация методики мониторинга предполагает как использование готовых информационных, геоинформационных решений (например, ArcGIS), так и разработку собственного программного обеспечения, позволяющего связать датчики, мобильные компьютерные устройства, стационарный интернет-сервер и пользователей, находящихся в различных местах региона. Кроме того, необходимо развитие региональной программы управления данными компьютерной экспертной системы, формирующей варианты управленческих решений.

Разработанная инновационная методология на основе современных информационных технологий будет соответствовать действующим региональным, отечественным и международным экологическим стандартам, поможет провести обоснованный расчет экологических рисков в водных экосистемах, а также разработать практические рекомендации по бизнес-решениям, касающихся рационального природопользования водных объектов.



Информационное взаимодействие методов исследования при формировании компьютерной базы данных комплексного экологического мониторинга водных объектов

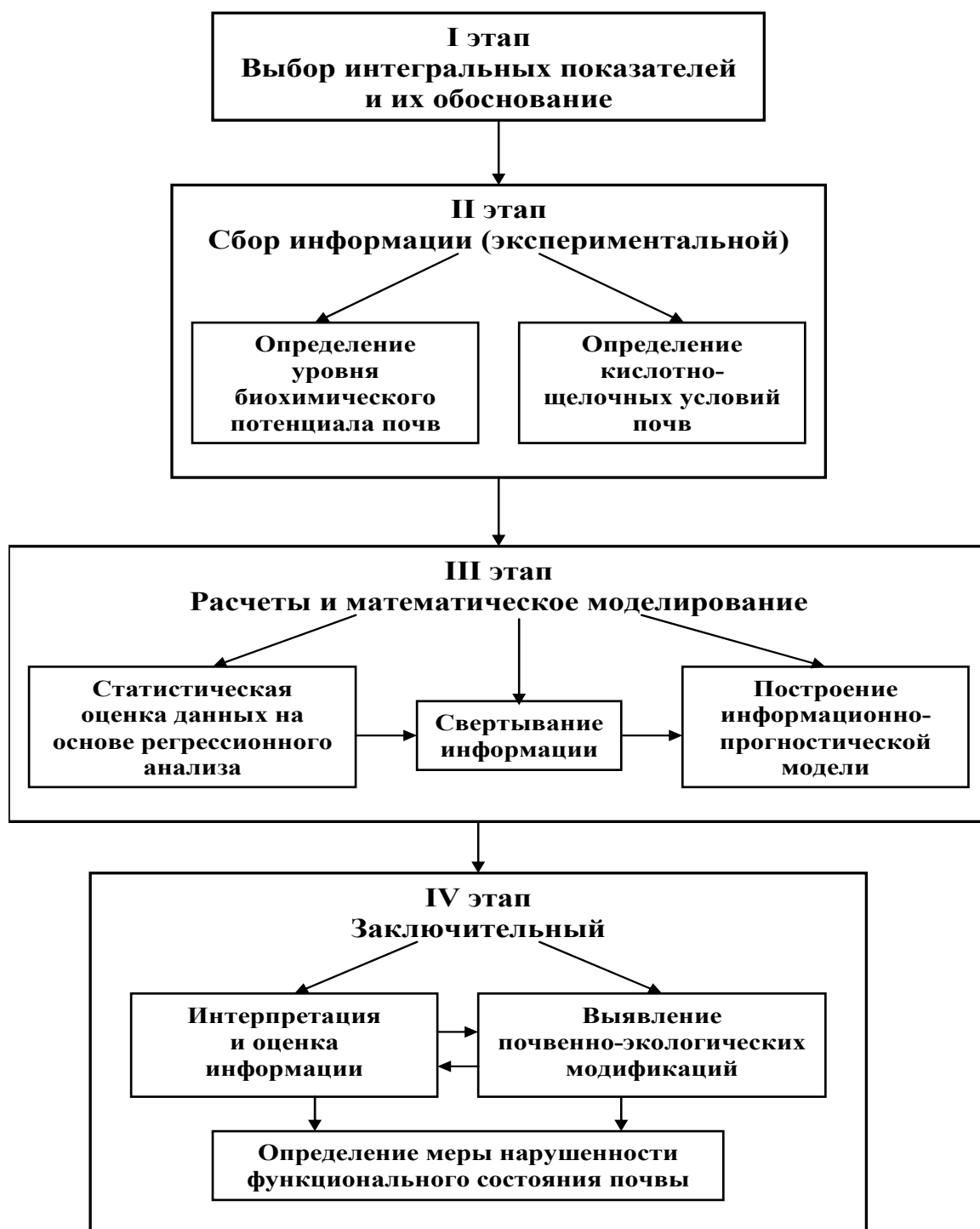
**Е.В. Напрасникова**

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

С позиций системного анализа территорию промышленных городов необходимо рассматривать как особую природно-антропогенную геосистему, изучение которой требует разработки новых подходов и методов.

Вследствие размещения в изучаемых городах Восточной Сибири крупных промышленных производств, их технологического несовершенства, включая низкую эффективность очистного оборудования, они входят в группу городов с неблагоприятной экологической обстановкой.



Алгоритм оперативного метода оценки экологического состояния почв  
естественных и антропогенно-преобразованных геосистем

Хорошо известно, что свойства почв – не только индикатор условий жизни и здоровья, но и гарант этих условий. Принимая во внимание

особенности и отчасти феноменальные свойства почв, нами предлагается алгоритм оценки их экологического состояния, который можно отнести к оперативному методу (рисунок), базирующемуся на основах биодиагностики и математического моделирования.

Особенности функционирования почвенного покрова в условиях промышленных городов Иркутской области (Байкальск, Иркутск, Шелехов, Ангарск, Усолье-Сибирское, Саянск, Братск) были выявлены согласно этому алгоритму.

Отметим, что построение информационно-прогностической модели – процесс трудоемкий. Однако на базе этой построенной номограммы, можно находить любую переменную, входящую в номографическое уравнение. Достоверность предлагаемого метода подтверждаем на независимом материале по г. Усть-Илимску и п. Балаганску, так как результаты изучаемых показателей не входили в массив данных для построения номограммы.

Сравнение уравнений на основании расчетных и номографических данных показало большое сходство. Относительная погрешность коэффициентов уравнений невысокая в одном случае (Усть-Илимск – 8,1; 13,5) и ничтожно мала в другом (Балаганск – 0,4; 0,8 соответственно).

Таковы новые методические подходы оперативной оценки экологического состояния почв в условиях промышленных городов, повышающие эффективность научных исследований и открывающие новые возможности для решения как теоретических, так и прикладных задач.

**А.М. Николайчук, И.А. Шобанова**

ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси», г. Минск

### **ВЛИЯНИЕ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ АССИМИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА ЛИСТВЕННЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ**

Наземные органы растений испытывают непосредственное влияние техногенных источников загрязнения. Осаждение и накопление в тканях листьев, побегов токсичных веществ выше определенного уровня приводит к нарушению нормальной жизнедеятельности: уменьшается площадь листьев, снижается плотность облиственности крон деревьев вплоть до полной потери листьев или хвои.

Нами было проведено исследование морфометрических параметров (длина годичного побега, число почек на побеге, длина и ширина верхушечной почки) у следующих видов лиственных древесных растений:

липа мелколистная, клен остролистный, конский каштан обыкновенный, береза повислая. В качестве основного методического подхода в выполняемых исследованиях был принят метод сравнительного анализа, предусматривающий размещение изучаемых объектов в зонах, отличающихся по уровню воздействия техногенного фактора.

Исходя из полученных данных, нами выявлена четкая закономерность в снижении у липы мелколистной текущего линейного прироста побегов в зоне техногенного загрязнения. Так, в Центральном ботаническом саду (ЦБС) длина годичного побега была 99,6 мм, а в придорожных посадках – 68,9-71,7 мм. Из исследуемых нами видов лиственных древесных растений выраженным минимальным снижением прироста побегов отличается клен остролистный, у которого данный показатель находился в пределах 52,0-45,7 мм. Так, у этого вида, произрастающего в районе ул. Могилевской, отмечается наибольшая длина годичного побега и числа почек на побеге, а также максимальные значения длины и ширины верхушечной почки. На всех остальных точках отбора значения исследуемых показателей находились приблизительно на одном уровне.

Наибольшие различия в длине годичного побега отмечаются у березы повислой. Так, в пригородной зоне (пос. Вязанка) длина годичного побега была максимальной – 151,0 мм, а в зоне с высокой автотранспортной нагрузкой – ул. Сурганова она была в 1,5 раза ниже и составила 101,2 мм. У березы повислой в контрольной зоне максимальным было также число почек на побеге, в то время как длина и ширина верхушечной почки наибольшими были у растений Ботанического сада. Минимальное число почек, а также их длина и ширина, отмечены у березы повислой в парке Горького.

У конского каштана обыкновенного длина годичного побега находилась в пределах 85,2-75,4 мм и наибольшей была в ЦБС. Число почек на побеге различалось незначительно – от 2,8 до 3,2. Наиболее значимо у конского каштана обыкновенного различалась длина верхушечной почки: у растений на территории Ботанического сада она была максимальной – 19,2 мм, а у растений вдоль автотрасс составила 14,2-8,8 мм. Наибольшей у конского каштана на территории ЦБС была также ширина верхушечной точки – 11,7 мм, а в рядовых магистральных посадках ее размер составил 8,9-7,9 мм.

Из исследуемых лиственных видов наибольшей устойчивостью к техногенному загрязнению, выраженной минимальным снижением как прироста побегов, так и размеров верхушечной почки, отличается клен остролистный. В ряду устойчивости за кленом остролистным следуют липа мелколистная, береза повислая и конский каштан обыкновенный. Однако если для конского каштана обыкновенного характерно наибольшее изменение длины и ширины верхушечной почки, то у березы повислой в

большей мере уменьшается прирост побега. Таким образом, посадки, расположенные вдоль транспортных магистралей, угнетены в большей степени.

Примененные нами методы морфометрического анализа ассимиляционного аппарата древесных видов могут использоваться для оценки степени влияния неблагоприятных факторов на растительные организмы и изменения их жизненного состояния.

Измерение реакции растений с помощью морфометрических параметров позволяет с малыми затратами труда проводить достаточно точную биоиндикацию. Изменения прироста широко применяются для биоиндикации, так как являются более чувствительным параметром, чем некрозы.

**О.А. Носова<sup>1</sup>, О.В. Кичигин<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Курский институт социального образования (филиал)  
Российского государственного социального университета

<sup>2</sup>Региональный открытый социальный институт, г. Курск

### **МОНИТОРИНГ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОЛОСАХ ЛЮДЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ В РАЙОНАХ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

Микроэлементы играют важную роль в функционировании всех живых организмов. Избыток или недостаток в организме отдельных химических элементов или их соединений нередко приводит к возникновению патологических состояний. Особой патогенностью при этом отличаются тяжелые металлы (ТМ) – загрязнители окружающей среды. По содержанию какого-либо тяжелого металла в биосредах человека можно определить нагрузку на организм в целом. Она, в свою очередь, складывается в результате поступления химического элемента из различных сред: питьевой воды, пищи, атмосферного воздуха. Тяжелые металлы проникают в организм с аэрозолями через органы и кожу, а также с пищей, водой через желудочно-кишечный тракт. Содержание металлов в различных органах и тканях может коррелировать с их уровнем в объектах окружающей среды и с различными заболеваниями человека. Один из легкодоступных для исследования биосубстратов – волосы головы человека. Изучение их микроэлементного состава в последнее время широко применяется в экологических и клинических исследованиях.

Волосы (темные) для наших исследований брались в парикмахерских у мужчин возраста 30-35 лет (с опросом мест жительства и работы человека). На территории Курской области выделяют три района

повышенной экологической опасности: г. Курск и его окрестности, 30-километровая зона Курской АЭС (г. Курчатова) и пульпо-шламохранилище Михайловского горнообогатительного комбината (МГОК) Курской магнитной аномалии (г. Железногорск). В этих районах сосредоточена основная часть промышленных производств, в технологических циклах которых присутствуют тяжелые металлы.

Для проведения анализа волосы массой 1-3 г озоляют в муфельной печи, золу растворяют в 1 мл концентрированной соляной кислоты, добавляют 0,5 г персульфата аммония для окончательного разрушения комплексов катионов с органическими веществами. Далее проводят предварительное концентрирование и выделение исследуемых ионов металлов от других мешающих определению элементов по разработанной авторами и апробированной при анализе объектов окружающей среды методике. В анализируемый раствор вносят 0,3 г сульфосалициловой кислоты, 0,5 г дигидрофосфата натрия, 100 мг сорбента полистирол-2-амино-азо-2'-гидрокси, 5'-нитро, 3'-бензол-сульфо-кислоты (используется при концентрировании и выделении Cu, Co и Ni при их определении в объектах окружающей среды) и доводят 0,1 М раствором NaOH до pH 7,0-7,5. Смесь перемешивают на магнитной мешалке в течение 20 мин, после чего сорбент отфильтровывают через фильтр «синяя лента» и десорбируют  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$  и  $\text{Ni}^{2+}$  10 мл 1 М раствора HCl. Конечное определение металлов в элюате в нашем случае проводили атомно-абсорбционным методом на спектрофотометре ААС-1N по известным аналитическим прописям. Результаты анализов приведены в таблице.

Содержание тяжелых металлов (мкг/г) в волосах людей  
(среднее значение, n=5; P=0,95;  $s_r$ =0,04-0,10)

Место проживания (отбора проб)	Cu	Co	Ni
г. Курск, район Знаменской рощи	11,0	1,01	1,21
г. Курск, район завода «Аккумулятор»	17,8	1,65	2,03
г. Рыльск	9,2	0,78	0,90
п.г.т. Медвенка	8,9	0,87	0,98
г. Курчатова	13,1	1,29	1,35
г. Железногорск	15,5	1,40	1,78

Исходя из полученных данных прослеживается четкая корреляция роста содержания тяжелых металлов в волосах людей при изменении районов проживания от экологически благоприятных (п.г.т. Медвенка, г. Рыльск) до зон с повышенной экологической опасностью (г. Курск, район завода «Аккумулятор», г. Железногорск). Аналогичные корреляции



прослеживаются и в отношении содержания тяжелых металлов в объектах окружающей среды (вода, почва, ил), представленных из этих же зон.

В дальнейших исследованиях представляется перспективным проследить зависимость содержания исследуемых и других ионов металлов в объектах окружающей среды, воде, пище, иных биологических средах человека и заболеваемости людей.

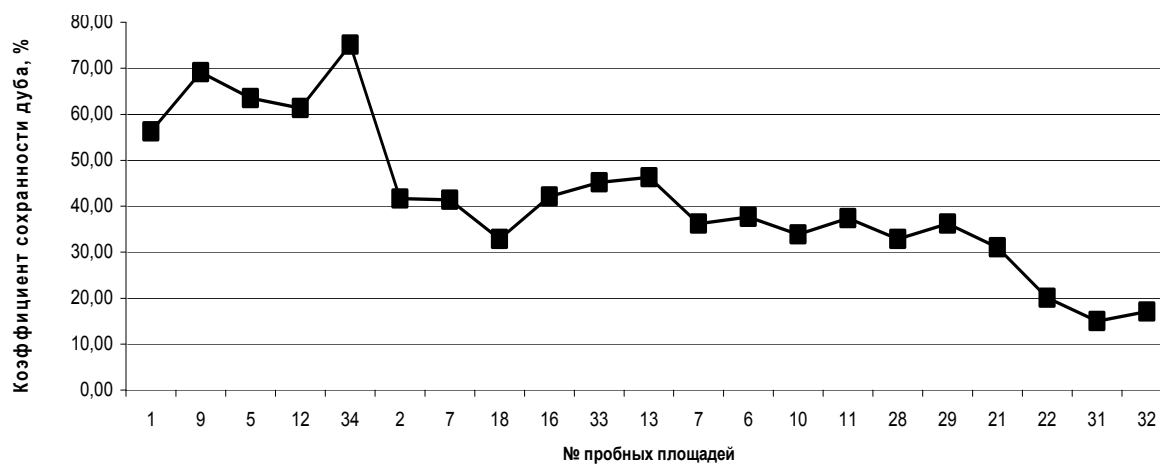
**А.А. Овчаренко, А.М. Кузьмичёв**

Балашовский институт Саратовского государственного университета  
им. Н.Г.Чернышевского, г. Балашов

## **МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ДУБРАВ ПРИХОПЕРЬЯ**

Саратовская область относится к малолесным регионам, средняя лесистость области – 6,5%. Повсеместно отмечается значительное снижение устойчивости дубовых насаждений и уменьшение их площади. Цель нашей работы – провести анализ структуры и состояния пойменных дубрав Среднего Прихоперья, выбрать наиболее информативные показатели для оценки степени трансформации лесных экосистем и дать рекомендации по их использованию при проведении экологического мониторинга.

В результате изучения на 32 стандартных пробных площадях 50х50 м индекса жизненного состояния древостоев дуба, который широко используется при проведении экологических исследований [1], установлено, что данный показатель в большинстве вариантов меняется хаотично (в среднем равен 60-80%) и не в полной мере отражает степень антропогенной трансформации насаждений. Нами производился расчет коэффициента сохранности древостоев дуба (в %) как отношение запаса древесины дуба на пробных площадях, переведенного на 1 га, к такому же показателю из таблиц хода роста [3], как эталонному. Предлагаемый показатель отражает степень уменьшения по различным причинам доли участия дуба в составе насаждений и дает возможность сравнивать древостои различного возраста друг с другом для оценки уровня антропогенной трансформации пойменных дубрав.



Динамика коэффициента сохранности древостоев дуба в пойменных лесах

На рисунке показано, что коэффициент сохранности дуба на серии участков пойменных лесов Среднего Прихопёрья варьирует от 15,8 до 75,1%. Минимальное значение его отмечено в лесных насаждениях, расположенных в пригородной зоне, которые испытывают сильное антропогенное влияние (бессистемные рубки, рекреационное воздействие и др.). Для предварительной диагностики степени нарушений пойменных дубрав мы использовали полноту насаждений и другие показатели [2]. Высокие параметры коэффициента сохранности наблюдались в древостоях с преобладанием дуба и полнотой 0,7–0,8. Установлено значительное варьирование кривой распределения деревьев в лесу по толщине от нормальной до двухвершинной или фрагментированной. Отмечена приуроченность аномалийных кривых к сильно нарушенным древостоям. Данный показатель имеет индикационное значение для оценки антропогенных преобразований пойменных дубрав.

Состав древостоев очень вариабелен по мере антропогенных изменений пойменных дубрав. Заметна тенденция уменьшения доли участия дуба с ростом антропогенных преобразований. При очень сильной трансформации в составе древостоев присутствуют *Acer negundo* L. и *Fraxinus pennsylvanica* March. В насаждениях с нарушенной полнотой, окнах мозаики, редколесьях сформировались вторичные кустарниковые сообщества из клена татарского (*Acer tataricum* L.) и других видов высотой до 6-7 м. Мощность и состояние подлеска имеют индикационное значение в оценке степени антропогенной трансформации пойменных дубрав [2].

Выделенные индикационные особенности рекомендуются для определения уровней антропогенной трансформации пойменных дубрав Прихопёрья по следующей градации: **I уровень** – малонарушенные дубравы с слабо развитым подлеском; **II уровень** – средняя антропогенная трансформация, дуб повреждён, заменяется спутниками, лесная среда сохраняется; **III уровень** – сильная антропогенная трансформация,

дигрессия эдификатора носит групповой характер; **IV уровень** – очень сильная антропогенная трансформация, дубовый древостой в значительной мере утрачен, фрагментарные подлесочные сообщества, древесные интродуценты.

Выявлена тенденция к уменьшению доли участия дуба в составе древостоев Прихоперья и постепенной замены его клёном татарским, вязом обыкновенным, липой мелколистной в связи с антропогенной и лесопатологической трансформацией. Установлено принципиально новое направление смены дуба древесными интродуцентами клёном ясенелистным и ясенем пенсильванским.

## Литература

1. Алексеев, В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев [Текст] / В.А. Алексеев // Лесоведение. 1989. №4. С. 51-57.
2. Антропогенная динамика структуры и биоразнообразия пойменных дубрав Среднего Прихоперья / А.И. Золотухин и др. Балашов: Николаев, 2010. 164 с.
3. Кабанов, С.В. Нормативно-справочные материалы ландшафтной таксации и лесопаркового проектирования / С.В. Кабанов, А.В. Терешкин. Саратов: СГАУ им. Н.И.Вавилова, 2001. 84 с.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации (МК-1316.2011.4)*

**Н.Н. Павлова, Н.В. Дмитриева, Ю.В. Кулиш**

Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального  
исследовательского ядерного университета «МИФИ»

## **ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ В РАЙОНЕ ХРАНИЛИЩА РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ г. ОБНИНСКА**

Ионизирующее излучение – неотъемлемая часть условий внешней среды обитания организмов на протяжении всей истории существования жизни на Земле. Дозы, создаваемые естественным фоном в биосфере, за последние 30 лет возросли с 0,1 до 5,7 рад в год. Это связано с появлением в биосфере дополнительных источников ионизирующих излучений – радиоактивных отходов предприятий атомной промышленности, радиоактивных выпадений от испытаний ядерного оружия и т.д. В связи с этим появилась особая необходимость диагностики этого вида загрязнений. Биологическая диагностика почв позволяет определить характер и степень антропогенного воздействия на почвенный покров.

Из многочисленных показателей биологической активности почв большое значение имеют почвенные ферменты. Их разнообразие и

богатство делают возможным осуществление последовательных биохимических превращений поступающих в почву органических остатков. Ферментативная активность почв – это способность почвы проявлять каталитическое воздействие на процессы превращения экзогенных и собственных органических и минеральных соединений благодаря имеющимся в ней ферментам. Анализируя влияние ионизирующего излучения на ферменты, прежде всего, отмечают изменение их каталитической активности, субстратной специфичности, чувствительности к соответствующим активаторам и ингибиторам [1-3]. Изучение состояния сообщества почвенных микроорганизмов в районах, подвергшихся радиоактивному загрязнению, становится все более актуальным в настоящее время.

В связи с этой целью работы являлась оценка изменений показателей ферментативной активности почв в районе старого хранилища радиоактивных отходов г. Обнинска.

Для реализации указанной цели с помощью корреляционного анализа исследовали влияние удельной активности радионуклидов ( $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ), кислотности, механического состава почв на изменение показателей ферментативной активности почв в зоне наблюдения.

Объектами исследования служили 16 образцов почв, отобранных в районе старого хранилища радиоактивных отходов (РАО) г. Обнинска. Во всех точках пробоотбора исследована ферментативная активность почв по четырем показателям: каталазной, дегидрогеназной, уреазной и инвертазной активностям, а также получены результаты по кислотности, механическому составу и удельной активности радионуклидов ( $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ).

Результаты измерений активности радионуклидов ( $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ) в почвах на территории хранилища радиоактивных отходов г. Обнинска выявили, что удельная активность  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{232}\text{Th}$  не превышает фоновых значений ни в одной точке пробоотбора, активность  $^{137}\text{Cs}$  в некоторых точках пробоотбора превышает фоновые значения в 5 раз [4].

Оценка зависимости изменений исследуемых показателей ферментативной активности почв от кислотности, механического состава, активности радионуклидов с помощью корреляционного анализа показала, что в почвах в районе хранилища РАО на все исследуемые биологические показатели негативно влияет потенциальная кислотность. Негативное влияние кислотности на ферментативную активность почв может быть связано с тем, что в точках пробоотбора pH находится в диапазоне  $(6,07 \pm 0,08) - (7,46 \pm 0,12)$ , т.е. исследуемые почвы можно считать нейтральными, тогда как pH фоновых дерново-подзолистых почв 4–5. Достоверного ( $\alpha \leq 0,05$ ) влияния механического состава, а также активности  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{232}\text{Th}$  на ферментативную активность почв не выявлено.

## Литература

1. Денисова Т. В., Казеев К. Ш. Восстановление ферментативной активности чернозема после воздействия  $\gamma$ -излучения // Почвоведение. 2006. № 1 С.89-93.
2. Влияние гамма-излучения на биологические свойства почвы (на примере чернозема обыкновенного) / Т.В. Денисова, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников, В.Ф. Вальков // Почвоведение. 2005. № 7 С.877-881.
3. Изменение биологических свойств чернозема обыкновенного после воздействия гамма-излучения / Т.В. Денисова, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников, В.Ф. Вальков // Почвоведение. 2007. №9 С. 1095-1103.
4. Коренков И.П., Прозоров Л.Б., Шатохин А.М. Рентгеноспектрометрический метод определения плутония в почве, грунтах и донных отложениях // Гигиена и санитария. 2006. №2. С. 72-75.

**Л.Н. Пак, В.П. Бобринев**

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН,  
г. Чита

### **МОНИТОРИНГ ЛЕСНОГО ФОНДА ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ, ПРОГНОЗ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ОХРАНЕ И ЗАЩИТЕ ЛЕСОВ**

Термин «мониторинг», введенный в обиход более четверти века назад Ю.А. Израэлем (1974), в настоящее время понятен всем. Применительно к лесному фонду мониторинг означает систему регулярных наблюдений за его состоянием. Очень важно, с одной стороны, спрогнозировать развитие, с другой – вовремя обнаружить те отклонения, которые могут считаться нежелательными в экономическом или социальном отношении.

Забайкальский край относится к многолесным регионам Российской Федерации. Общая площадь земель лесного фонда края по состоянию на 01.01.2008 г. составила 34,6 млн. га, т.е. более 3% площади лесов России, из них покрытая лесной растительностью – 26,9 млн. га. Лесистость территории края равна 57,4%.

Основная площадь лесного фонда края (около 90% лесов) находится в ведении Государственной лесной службы, в состав которой вошли леса бывших лесхозов (ныне государственных учреждений – лесничеств), остальные – в распоряжении сельского хозяйства (2,6%), Министерства обороны (3,2%), заповедников (4,6%).

Общая площадь земель государственного лесного фонда в 1961 г. составила 32141 тыс. га, которая до 1995 г. последовательно сокращалась на 687 тыс. га за счет передачи земель под дороги, объекты промышленного и гражданского строительства. А в последующие годы до 2008 г. несколько увеличилась (на 146 тыс. га) до 31308 тыс. га за счет

принятия лесов, ранее находившихся во владении сельскохозяйственных организаций и лесов, расположенных на землях обороны и безопасности. Однако, восполнить потери лесных земель за предыдущие годы и превзойти уровень 1961 г. не удалось.

В то же время за рассматриваемый период покрытая лесом площадь с 22078 тыс. га в 1961 г. постепенно к 2008 г. возросла на 4843 тыс. га, что явилось результатом активной хозяйственной деятельности лесоводов края, хорошей естественной восстановительной способности лесов данного региона.

Незначительно сократилась не покрытая лесом площадь с 4900 тыс. га в 1961 г. до 4387 тыс. га в 2008 г., т.е. на 513 тыс. га, что связано, очевидно, с облесением вырубок, гарей, прогалин, пустырей, редиин, а также переводом части этих земель в нелесные из-за их нелесопригодности.

Общий запас древесины в гослесфонде незначительно сократился в период с 1961 по 1973 гг. с 2369 млн. м<sup>3</sup> до 2340 млн. м<sup>3</sup>, который затем возрос на 85 млн. м<sup>3</sup> и вновь снизился к 2008 г до 2391 млн. м<sup>3</sup>. Очевидно в первом случае это было связано с рубками главного пользования, когда вырубалось до 2 млн м<sup>3</sup> леса в год с использованием расчетной лесосеки на 50-60%, а во втором – со значительным (8-10 раз) сокращением заготовки леса в связи с ликвидацией леспромхозов, с недостаточным использованием расчетной лесосеки по лиственным породам, сменой хвойных пород лиственными на вырубках и гарях, регулярными лесными пожарами.

Важным элементом в изучении лесного фонда является породный состав. По состоянию на 01.01.2008 г. хвойные породы в лесном фонде занимают 20461 тыс. га или 73,6%, мягколиственные – 6460 тыс. га или 26,4%. Среди древесных пород преобладает лиственница Гмелина и Чекановского (57,0%), береза плосколистная (16,5%) и сосна обыкновенная и Крылова (8,6%).

Следует отметить, что за период 1961-2008 гг. площадь хвойных насаждений постепенно с 21090 тыс. га уменьшилась на 629 тыс. га, т.е. на 3%. В то же время площадь лиственных пород с 3754 тыс. га возросла на 2706 тыс. га, т.е. на 42%. Такие изменения связаны с пожарами и рубками леса.

За рассматриваемый период в целом в возрастной структуре соотношение площадей по группам возраста в той или иной степени менялось, хотя всегда преобладали и продолжают занимать лидирующее положение площади средневозрастных, спелых и перестойных насаждений. Так, за период 1961-2008 гг. площади молодняков увеличились с 8,6 до 17,1%, средневозрастных – с 18,5 до 34,0%, приспевающих – уменьшились с 14,6 до 12,0%, спелых – с 58,3 до 36,9%.

Такое накопление спелых и перестойных древостоев ведет к деградации насаждений на большой площади.

За 46 лет отмечается существенное увеличение прироста древесины на 1 га с 1,1 м<sup>3</sup>/га до 1,4 м<sup>3</sup>/га в год, что объясняется значительным ростом площадей, занятых молодняками и средневозрастными насаждениями.

Объективный показатель производительности лесов – это распределение насаждений по классам бонитета. В период 1961-2008 гг. средний класс бонитета насаждений увеличился. Заметно увеличились площади насаждений III класса бонитета и уменьшились IV класса бонитета. В целом динамика распределения лесов по классам бонитета оценивается как положительная.

Изменения, произошедшие в лесном фонде за период 1961-2008 гг., имеют положительные и отрицательные тенденции. Положительные – это стабильное увеличение покрытых лесом земель и прироста древесины на 1 га. Отрицательные – это снижение общей площади земель лесного фонда; покрытых лесом площадей, занятых хвойными породами; расчетной лесосеки; объема выращивания посадочного материала; процента приживаемости лесных культур; организации охраны лесов от пожаров и лесонарушителей; увеличение площадей спелых и перестойных насаждений хвойных пород; площадей лесокультурного фонда.

Преобладание отрицательных тенденций усугубляется вновь созданной системой управления лесного хозяйства. Другими словами, на территории Забайкальского края функцию управления лесного хозяйства выполняют 4-5 не связанных между собой организаций: Государственная лесная служба, в состав которой вошли бывшие лесхозы (ныне государственные учреждения – лесничества); ОГУ «Забайкальский лес», Лесная милиция, ГУ «Противопожарная служба Забайкальского края» и др.

Таким образом, в результате оценки статистических данных лесного фонда можно сделать вывод, что состояние лесного хозяйства Забайкальского края постепенно ухудшается и находится на самой низкой отметке за последние 10 лет. Регион испытывает явные проблемы по всем значимым показателям оценки эффективности ведения лесного хозяйства.

В связи с этим необходимо вернуться к прежней, хорошо зарекомендовавшей себя (на протяжении более 200 лет) структуре управления лесным хозяйством: Министерство – лесхоз – лесничество – лесоучасток – обход. Существующие ныне лесничества при штате в 7-8 человек без лесной охраны не могут управлять лесным хозяйством в сотни тысяч гектаров.

Учитывая, что леса края расположены на стыке трех водных бассейнов (озера Байкал, рек Лена и Амур) и участвуют в формировании стока в эти бассейны, в ближайшие годы необходимо: усилить охрану лесов от пожаров, болезней, лесонарушений; повысить качество лесовосстановительных работ; более рационально использовать

лесосечный фонд путем увеличения выхода древесины с вырубаемого гектара; сократить потери древесины на всех стадиях переработки; вовлечь в эксплуатацию мягколиственные породы; улучшить переработку древесины.

Интенсификация лесохозяйственного производства должна строиться на непрерывном, не истощаемом лесопользовании с сохранением за лесом водоохранных, почвозащитных и других экологических функций.

## Литература

1. Израэль И.А. Глобальные системы наблюдений. Прогноз и оценка состояния природной среды. Основы мониторинга // Метеорология и гидрология. 1974. №7. С. 3-8.

**Л.А. Пестрякова, Л.А. Ушницкая, Р.М. Городничев**

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Якутск

### **ПРОГРАММА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОЗЕР ГОРОДА ЯКУТСКА**

Геоэкологический мониторинг озер нацелен на оценку скорости и направленности пространственно-временных изменений озерных экосистем по материалам палеолиминалогических исследований поверхностных проб и колонок донных отложений.

Сайсары – основной водоем г. Якутска, где проживает 1/5 часть населения Республики Саха (Якутия). Озеро, как и другие водоемы, находящиеся в черте города, выполняет роль накопителя различных загрязняющих веществ, аккумулирующихся в донных отложениях, водной растительности и в гидробионтах.

Материалы комплексных исследований Лаборатории озероведения ЯГУ за ряд лет показали, что экологическое состояние городских озер критическое и находится на грани необратимой деградации. По комплексной оценке качества, воды некоторых озер относятся к IV и V классу, т. е. «загрязненная» и «грязная» [2].

В 1990-1991 гг. были проведены детальные исследования фитопланктона озера Сайсары [1], где выявлено 132 вида и разновидностей водорослей, относящиеся к 63 родам, 42 семействам, 21 порядку и 8 отделам. Из них встречено 21 вид диатомовой флоры Доминирующий комплекс состоял из родов *Cyclotella*, *Stephanodiscus* и *Nitzschia*.

К настоящему времени накоплен достаточный материал по гидрохимическому загрязнению [2-4] и вопросам палеолиминалогии [4, 5].



Создана база данных по строению донных отложений, вещественному и химическому составу, по особенностям распределения в донных отложениях и видовому разнообразию диатомовых комплексов [3-5]. Накоплен материал послойного изучения спор и пыльцы и хирономид в донных отложениях озера Малая Чабыда (фонды AWI). Созданный калибровочный банк данных по комплексным исследованиям донных отложений озер Якутии послужит хорошей основой для палеоолиминологических и мониторинговых работ озера Сайсары с целью выявления и анализа различного рода изменений в экосистемах озер.

Палеоолиминологическая программа мониторинга озера Сайсары включает два направления: а) оценка современного состояния озер на основе комплексного изучения поверхностных проб донных отложений; б) оценка изменений экосистем озер в прошлом на основе послойного изучения колонок донных отложений.

Программа мониторинга предполагает следующие направления исследований: климатология, гидрология, изучение нагрузок, гидрохимия, бактериопланктон, фито- и зоопланктон, зообентос, макрофиты, перифитон, палеоолиминологические работы, а также исследования химии донных отложений.

Разработанная программа геомониторинга озер региона впервые позволит на регулярной основе по определенной сетке станций вести наблюдения за текущим состоянием и изменениями в поверхностном слое донных отложений оз. Сайсары, сравнивая полученные результаты с данными для осадков оз. Малая Чабыда, не подвергавшихся антропогенному прессу. Координация и расписание полевых работ должны учитывать возможности и средства всех участвующих организаций и быть доступными для них. В проекте предлагается в качестве оптимальной частота съемки 4 раза в течение вегетационного периода.

Изучение поверхностных проб озерных осадков включает гранулометрический, химический и микропалеонтологический (групповой анализ биоостатков, диатомовый, остракодный, кладоцерный, хирономидный, палинологический и др.) анализы. Химический состав поверхностных осадков отражает интегральную картину условий осадконакопления, включая природную и антропогенную составляющие (уровень загрязнения).

Микропалеонтологические исследования осадков (диатомей, кладоцеры, хирономиды) отражают пространственно-временной характер развития живых сообществ в озере. Благодаря интегральности, а также знаниям, какие экологические условия характерны для тех или иных видов водных организмов, анализ поверхностных проб является эффективным для мониторинга природных условий экосистемы озера. Диатомовый анализ в рамках микропалеонтологических исследований показывает,

какая была продуктивность диатомовых водорослей различных групп и видов вблизи пунктов пробоотбора в течение короткого периода времени, предшествующего времени отбора проб.

Палеолимнологическая информация, полученная при комплексном анализе колонок донных отложений, дает необходимую основу для геомониторинга. Так как большинство озер подвергается антропогенному воздействию на протяжении более продолжительного промежутка времени (от 50 до 100-200 лет, а иногда и тысячелетий), чем проводятся, как правило, мониторинговые исследования (10-20, максимум 50 лет), палеолимнологические исследования колонок озерных отложений являются единственным источником информации о внешних воздействиях на озерную экосистему в прошлом. Изучение озерных отложений необходимо также для текущего мониторинга водных экосистем, т.к. поверхностные осадки (верхний 1-2 см слой осадка на контакте вода-дно) представляют собой интегральный образец седиментации в течение современного периода от нескольких месяцев до нескольких лет функционирования экосистемы. Стратиграфия донных отложений озер обеспечивает, кроме детальной истории внешнего наземного и атмосферного воздействия, также и биологическую запись отклика озерной экосистемы на природно-климатические изменения. Регулярность повтора наблюдений (отбора проб донных отложений) по выбранной сетке станций следует установить каждые 10 лет. Одновременно рекомендуется проводить отбор проб на токсикологический анализ. Время начала регулярного геомониторинга 2011-2016 гг.

В целом разработанная программа геомониторинга озера Сайсары позволит на регулярной основе по определенной сетке станций вести наблюдение за текущим состоянием и изменениями в поверхностном слое донных отложений, сравнивая полученные результаты с данными для осадков из оз. Малая Чабыда, не подвергавшейся антропогенному прессу.

## Литература

1. Васильева И.И., Иванова А.П. Альгологические исследования озера Сайсары // Ботанические исследования в криолитозоне. Якутск, 1992. С. 29-37.
2. Жирков И.И., Пестрякова Л.А., Герасимова М.А. О некоторых проблемах сохранения природной экосистемы г. Якутска в долине Туймаада // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды. Минск, 1999. С.107-108.
3. Пестрякова Л.А. Диатомовые комплексы озер Якутии. Якутск: Изд-во ЯГУ, 2008. 177 с.
4. Пестрякова Л.А., Воронова Е.В. Изучение процессов эвтрофирования озера Сайсары по диатомовым водорослям // Наука и образование АН РС(Я). Якутск, 2001. №1. С.158-165.

5. Пестрякова Л.А., Донская М.М. Диатомовые водоросли донных отложений озера Сайсары // Наука – не востребованный потенциал: сб. тез. докл. Т.2. Якутск: Изд-во Якутского ун-та, 1996. С. 6-8.

6. Пестрякова Л.А., Слепцова Л.С., Черосов М.М. Применение компьютерных способов обработки диатомовых комплексов Якутии для палеоолиминологической интерпретации голоцена // Озера холодных регионов: Т.4. Вопросы палеоклиматологии, палеоолиминологии и палеоэкологии. Якутск: Изд-во Якут. ун-та, 2000. С. 160-172.

**Е.В. Петряхина, А.В. Селезнева**

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

### **АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФОСФАТНОЙ НАГРУЗКИ В БАССЕЙНЕ СРЕДНЕЙ И НИЖНЕЙ ВОЛГИ**

Для регулирования биогенной нагрузки на водные объекты были разработаны нормативы допустимого воздействия по привносу химических веществ (НДВ) на бассейн Средней и Нижней Волги. В данной статье рассматривается расчет НДВ по привносу фосфатов, так как привнос этого вещества в водные объекты провоцирует интенсификацию эвтрофирования.

При разработке НДВ в качестве исходной информации использовались: данные статистической отчетности об использовании водных ресурсов; водный кадастр; водный реестр; ретроспективная гидрологическая, гидрохимическая и гидробиологическая информация научно-исследовательских институтов и данные лаборатории мониторинга водных объектов ИЭВБ РАН. В качестве методической основы расчета использована научно-методическая литература по различным аспектам проблемы нормирования вредных воздействий на водные объекты.

В качестве инструмента визуализации использовался пакет ArcMap и была создана актуальная картографическая база данных на всю водохозяйственную территорию бассейна Средней и Нижней Волги.

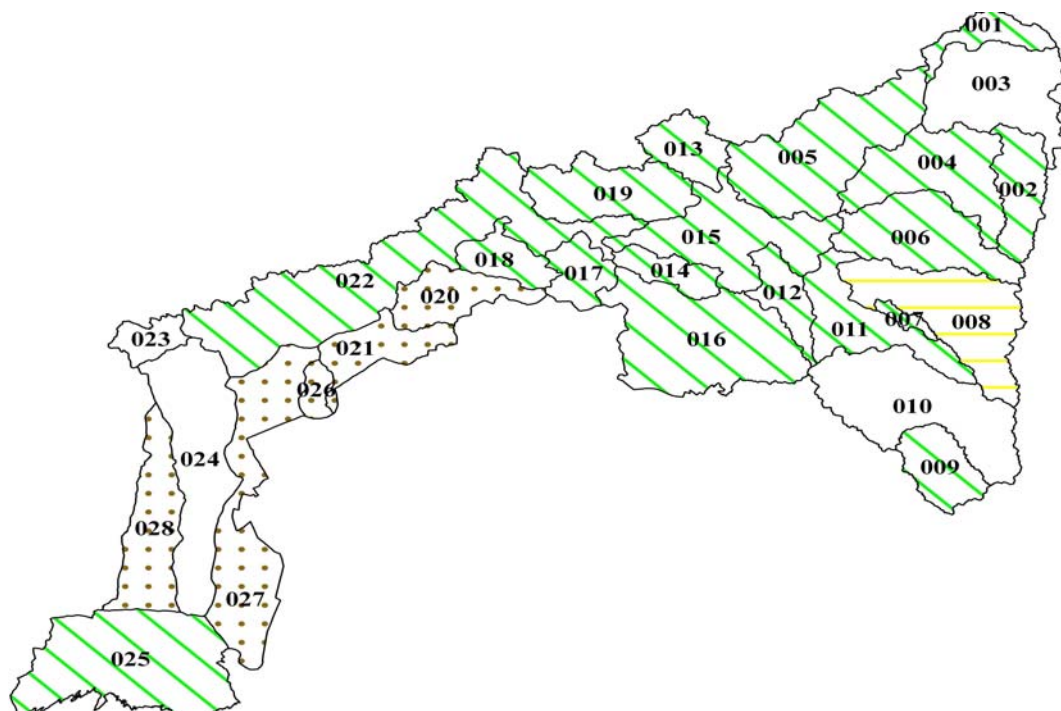
В общем виде расчет НДВ на расчетном участке водного объекта за любой период времени выполняется по балансовой формуле, учитывающей приходную часть, согласно методике [1].

Для химических веществ критерием, позволяющим оценить нагрузку, является соотношение между НДВ (макс) и НДВ\*, где НДВ(макс) это максимально допустимая масса сброса загрязняющих веществ на участке, НДВ\* – норматив, рассчитанный по фактическим усредненным концентрациям, определяющим текущую нагрузку [2].

Бассейн Средней и Нижней Волги был разделен на 28 водохозяйственных участков. Для 23 из них были проведены соответствующие расчеты. На водохозяйственных участках 20, 21, 26, 27, 28, расчеты НДС не проводились в связи с недостатком данных.

В результате расчетов получили пространственное распределение нагрузки по фосфатам на бассейн Средней и Нижней Волги по сезонам.

Различная степень нагрузки на каждый участок была показана штриховкой с различным наклоном. Расчет проводился по трем гидрологическим сезонам: зимнее половодье, весеннее половодье и летне-осенняя межень, но в качестве примера в статье был взята летне-осенняя межень (рисунок).



Пространственное распределение фосфатной нагрузки в бассейне Средней и Нижней Волги

Отсутствие возможности дополнительной нагрузки показано на рисунках горизонтальной штриховкой (бассейн р. Б. Кинель). Наклонной штриховкой показаны участки, на которых имеется возможность дополнительной антропогенной нагрузки (большая часть территории бассейна). Точечной маркировкой показаны участки, для которых расчеты не проводились. Белым цветом (участки без штриховки) обозначены участки, на которых в результате расчетов получилось отрицательное значение НДС(макс) и НДС\* (вдхр. Куйбышевское, р. Самара, дельта р. Волги).

## Литература

1. Методические указания по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты. № 328. 2007.

2. Отчет: Разработка проекта нормативов допустимого воздействия по бассейну р. Волга от верховий Куйбышевского водохранилища до впадения в Каспийское море. М., 2008.

**О.М. Плотникова, М.А. Григорович, А.Н. Евдокимов**

Региональный центр по обеспечению государственного экологического контроля и мониторинга объектов по хранению и уничтожению химического оружия по Курганской области, г. Курган

### **ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТА УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ В г. ЩУЧЬЕ КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Экотоксикологические исследования в дополнение к химико-аналитическому и биологическому мониторингу являются составными частями экологического мониторинга окружающей природной среды.

Целью настоящей работы было проведение мониторинга состояния мелких грызунов индикаторного вида Полевка обыкновенная, обитающих в зоне защитных мероприятий объекта хранения и уничтожения химического оружия в г. Щучье Курганской области.

Отлов мелких грызунов проводили на стационарных площадках в СЗЗ методом ловчих канавок. Отловленных мышей умерщвляли декапитацией, собирали кровь и после центрифугирования в сыворотке крови определяли концентрацию общего белка (ОБ), мочевины, холестерина (ХС) и активность холинэстеразы (ХЭ).

Результаты исследований, проведенных в ЗЗМ в полевые сезоны 2009-2010 годов, представлены в таблице.

Биохимические показатели мышевидных грызунов вида *Microtus arvalis* Pall.  
(Полевка обыкновенная) из ЗЗМ объекта УХО г. Щучье в 2009-2010 г.г.

№ точки ЗЗМ объекта	Общий белок, г/л		Холестерин, ммоль/л		Мочевина, ммоль/л		Холинэстераза, Е/л	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
26	55,6	41,3	2,44	0,82	9,05	19,4	1927	2965
28	39,1	45,4	1,26	1,12	16,7	5,26	2880	3085
35	44,9	49,2	1,27	1,54	8,5	13,4	2375	3685
41	43,1	40,5	1,14	1,59	9,70	10,5	1527	2746
56	35,8	34,8	0,92	1,25	13,2	5,9	2859	1233
Контроль (М)	44,3		1,38		12,0		2781	
М±σ	22,1-66,5		0,44-2,32		4,29-19,1		670-4892	

Статистически значимых отличий среди сопоставляемых биохимических показателей мышечной ткани по содержанию ОБ, ХС, мочевины и ферментативной активности ХЭ нет; однако отмечены тенденции понижения уровня ОБ при увеличении содержания мочевины и уменьшения ХС и активности ХЭ. Вызвано ли это антропогенным воздействием на организм животных, покажут дальнейшие исследования.

**А.В. Рахуба**

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

### **ОСОБЕННОСТИ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ВОДЫ В РАЙОНЕ ВОДОЗАБОРА г. САМАРЫ**

Одной из тенденций развития мониторинга водных объектов является автоматизация средств оперативного контроля и методов численного моделирования. Система мониторинга, созданная на основе мобильных средств получения, обработки и анализа информации, в отличие от традиционных способов позволяет эффективнее оценивать и прогнозировать экологическую ситуацию. Однако опыт показывает, что проблема достоверного информационного обеспечения конкретных водопользователей до сих пор остается открытой.

В свете сформулированной проблематики рассматриваются результаты локального мониторинга качества воды Саратовского водохранилища в районе акватории питьевого водозабора г. Самары, подверженного антропогенному воздействию водных масс бокового притока р. Сок.

Известно, что в отличие от естественных природных водоемов водохранилища являются сложными природно-техническими системами с неустановившимся гидродинамическим режимом, который определяет пространственное изменение структуры качества вод во времени. Фактически попуски воды с ГЭС могут быть столь значимыми, что на некоторых участках водохранилища появляются обратные уклоны и, как следствие, обратные течения, которые непосредственно влияют на процессы накопления и пространственное распределение в воде примесей. Поэтому одним из наиболее эффективных способов оценки и прогноза качества воды является совместное использование мобильных измерительных средств и моделей, адаптированных к конкретным гидроэкологическим условиям.

Наблюдения, оценка и прогноз качества вод выполнялись с использованием измерительной системы «Хитон», разработанной научно-производственным центром «ПАЛАС» (г. Самара) и системы

пространственных иерархических моделей территориального и локального уровня, созданных в программной среде «ВОЛНА» (ИЭВБ РАН, г. Тольятти). Приоритетными показателями качества воды в наблюдениях и моделировании антропогенного влияния реки Сок на Саратовское водохранилище были выбраны удельная электропроводность воды (УЭП), отражающая ионный состав воды и сульфаты ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), содержание которых в реке Сок в 6-7 раз выше, чем в Волге.

Исследования проводились в летне-осеннюю межень с научно-исследовательского судна «Биолог» по намеченным створам зондирования в месте впадения р. Сок и ниже, в районе водозабора. Измерения осуществлялись с ежечасной периодичностью и более детально в характерные фазы колебания уровня на водохранилище. На основе полученных данных измерений проводилось моделирование изменений качества воды в пределах 13 км исследуемой акватории.

Модельная оценка распространения вод р. Сок по УЭП показывает, что в рабочие дни с 16 до 2 часов в районе водозабора г. Самары УЭП превышает фоновые значения (370 мкСм/см) на 11% с прохождением максимума (398-408 мкСм/см) в 20-22 часа по московскому времени. В выходные дни, как правило, попуски ГЭС значительно снижены, и распределение УЭП на этом участке имеет иную пространственно-временную картину.

По результатам модельного прогноза повышение концентрации  $\text{SO}_4^{2-}$  в створе водозабора г. Самары в течение недели имеет суточную периодичность. Максимальные всплески концентрации приходятся на 20-22 часа и составляют 80-83 мг/л, превышая фоновые значения на 18-19%. В течение суток в субботу концентрация  $\text{SO}_4^{2-}$  не повышается и равна фоновому значению 70-73 мг/л. Самое продолжительное превышение концентрации  $\text{SO}_4^{2-}$  прослеживается в воскресенье с 0 часов, постепенно снижаясь к понедельнику.

Проведенный мониторинг показал, что акватория водозабора г. Самары находится под периодическим влиянием вод р. Сок, которое напрямую связано с волновым характером гидродинамического режима Саратовского водохранилища преимущественно с суточным и недельным диапазоном колебаний.

**М.А. Сазыкина, Е.М. Новикова, З.С. Кхатаб, Е.А. Бураева,  
И.С. Сазыкин, М.И. Сазыкина**

Научно-исследовательский институт биологии Южного федерального  
университета, г. Ростов-на-Дону

## **ДЕТЕКЦИЯ ГЕНОТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПРЕДСТАВИТЕЛЯХ БРИОФЛОРЫ, ЛИХЕНОФЛОРЫ И МИКОФЛОРЫ ПРИ ПОМОЩИ БАКТЕРИАЛЬНЫХ LUX-БИОСЕНСОРОВ**

Мхи и лишайники – природные индикаторы чистоты воздуха. По их присутствию и биоразнообразию оценивают экологическую обстановку. Они служат показателями наличия в воздухе токсичных тяжелых металлов, радиоактивных веществ [1, 2]. Как правило, использование мхов и лишайников в качестве индикаторов загрязнения окружающей среды предполагает хорошее знание их биологии, либо использование химического или радионуклидного анализов.

Целью нашей работы было исследование генотоксичности представителей лишенофлоры и бриофлоры с помощью экспрессных и производительных тестов, основанных на использовании бактериальных lux-биосенсоров.

Для биотестирования нами были использованы следующие биосенсоры: *E. coli* C600 (pPLS-1) [3]; *E. coli* AB1157 (*pRecA-lux*) и *E. coli* MG1655 (*pColD-lux*)(штаммы были любезно предоставлены И.В. Мануховым (ФГУП «ГосНИИГенетика»).

Бактерии выращивали в среде LB, содержащей 100 мкг/мл ампициллина. Бактерии-биосенсоры брали в экспоненциальной фазе роста. Измерение биолуминесценции проводилось на микропланшетном люминометре LM-01T (Immunotech).

Мерой загрязнения служил коэффициент индукции, рассчитываемый как отношение биолуминесценции опытной пробы к биолуминесценции контрольной пробы. Если значения фактора индукции были больше 1,5 и меньше 2, обнаруженный эффект оценивали как «слабый»; если они лежали в диапазоне от 2 до 10 – как «средний», а при превышении 10 – как «сильный».

Материалом проведенных исследований служили 9 образцов представителей бриофлоры, лишенофлоры и микофлоры (трутовиковых грибов), отобранных в г. Ростове-на-Дону в 2009 г. и 15 образцов, отобранных в 2010 г.

Полученные результаты показали, что при тестировании отобранных в 2009 г. проб с использованием всех вышеперечисленных биосенсоров присутствие ДНК-тропных веществ не выявлено только в одном экстракте мха и одном экстракте лишайника без применения метаболической



активации. При использовании метаболической активации все исследованные образцы дают усиление биолуминесцентного ответа lux-биосенсоров, что свидетельствует о присутствии ДНК-тропных веществ промутагенной природы.

Следует отметить, что величина эффектов, полученных без активации (89 % для *E. coli* C600 (*pPLS-1*) и 44 % для *E. coli* AB1157 (*pRecA-lux*)), меньше таковой в случае ее использования. Следует отметить, что величины генотоксических эффектов, зарегистрированные при помощи штамма *E. coli* MG1655 (*pColD-lux*), меньше величин, полученных при помощи двух других штаммов.

В основной массе при помощи всех сенсоров получены средние по силе эффекты генотоксичности. Самый высокий генотоксический эффект был зарегистрирован при помощи биосенсора *E. coli* C600 (*pPLS-1*) в образце мха. Его величина составила 13,75.

В целом стоит отметить высокий отклик биосенсоров, реагирующих на ДНК-повреждающие вещества, и 100 % совпадение результатов, полученных при помощи всех используемых в тестировании штаммов светящихся бактерий.

Тестирование образцов, отобранных в 2010 г., показало меньшие величины генотоксических эффектов и в меньшем их количестве. Возможно, это связано с большей токсичностью растений, взятых для исследования (параллельно была исследована интегральная токсичность всех образцов при помощи штамма *Vibrio fischeri* NB 15, реагирующего на присутствие в среде токсических веществ, выделенного нами из воды Черного моря).

Высокая токсичность могла помешать зарегистрировать генотоксичные эффекты, оказав влияние на биолуминесценцию бактериальных сенсоров. В целом генотоксичный эффект зарегистрирован в трех экстрактах трутовиковых грибов без использования метаболической активации, а также в одном экстракте мха.

Для всех данных, полученных в 2010 г. с использованием различных биосенсоров для детекции генотоксичных веществ, также отмечается практически полное совпадение результатов (есть эффект/нет эффекта).

## Литература

1. Маматкулов У.К. К использованию мхов в качестве сорбентов тяжелых металлов // Лихеноиндикация состояния окружающей среды. Таллин, 1978. С. 118-120.
2. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем. М.: Мир, 1988. 350 с.
3. Птицын Л.Р. Биолуминесцентный анализ SOS-ответа клеток *E. coli* // Генетика. 1996. Т. 32. №3. С. 354-358.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДУБОВОГО ШЕЛКОПРЯДА  
(*ANTHERAEA PERNYI* G.-M.) ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ  
СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

В немногочисленной литературе по изучению влияния агонистов экдистероидов из группы диацилгидразинов на развитие насекомых отмечена токсичность галофенозида, метоксифенозина, тебуфенозида и RH-5992 для личинок колорадского жука, божьей коровки, гусениц тутового шелкопряда, которая выражалась в гибели части личинок, прекращении питания и преждевременной линьке [1-3]. Мы предлагаем использовать культуру китайского дубового шелкопряда (*Antheraea pernyi* G.-M.), особенности биологии и экологии которого хорошо изучены, в качестве тест-объекта для определения избыточного количества инсектицидов биологическим методом. Целью наших исследований явилась оценка степени влияния агониста экдистероидов R-209 на выживаемость гусениц китайского дубового шелкопряда для подтверждения гипотезы о данных соединениях как о токсинах. Исследования проводили на гусеницах I возраста сразу после выхода из яйца, так как они высокочувствительны к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды. Корм одинаковой массы (дуб черешчатый (*Qercus robur* L.) и береза бородавчатая (*Betula pendula* Roth.)) для только отродившихся гусениц обрабатывали однократно водными растворами новейшего агониста экдистероидов 1,2-бис-(3-метоксибензоил)-1-трет-бутилгидразин (R-209) 0,1% и 1% концентраций, созданного в лаборатории синтеза экдистероидов Института биоорганической химии НАН РБ под руководством д.х.н. Н.В. Ковганко, которые использовались нами как модельные ксенобиотики, и скармливали в начале развития. Наблюдали за гусеницами в течение всего периода развития.

Установлено, что попадание в организм дубового шелкопряда R-209 вместе с кормом вызвало достаточно сильный токсический эффект на насекомое как на дубе, так и на березе (таблица). Так, после трехсуточного контакта с R-209 0,1% в опыте на дубе гибель гусениц наступила на 6-е сутки эксперимента. Токсический эффект данное вещество оказывало на протяжении I-III возрастов и за этот период погибло 30% особей, что на 27% больше, чем в контроле. После воздействия R-209 в концентрации 1%, гусеницы гибли уже на 2-е сутки после закладки опыта, и в течение I-III возрастов всего погибло 55% особей, что на 50% больше, чем в контроле. Следует отметить, что активность препарата была более заметна при

питании гусениц листом березы, чем дуба. После потребления гусеницами обработанного листа березы 0,1% раствором препарата их гибель отмечена на 6-е сутки и в течение I-III возрастов смертность особей составила 48%, что на 42% больше, чем в контроле. Соединение в концентрации 1% оказало более сильный токсический эффект по сравнению с 0,1% раствором, так как смертность гусениц на протяжении I-III возрастов составила 75%, что на 69% больше, чем в контроле.

Смертность гусениц дубового шелкопряда после контактно-кишечного воздействия агониста экдистероидов R-209

Кормовое растение	Концентрация, %	Смертность гусениц по возрастам, %					
		Л <sub>1</sub>	Л <sub>2</sub>	Л <sub>3</sub>	Л <sub>4</sub>	Л <sub>5</sub>	За весь период развития
Дуб	0,1	12,53 ± 0,12*	10,32 ± 0,14*	8,34 ± 0,09*	0	0	31,19 ± 0,18*
	1	20,24 ± 0,17*	17,82 ± 0,19*	16,80 ± 0,15*	0	0	54,86 ± 0,21*
	контроль	3,95 ± 0,04	0	0	0	0	3,95 ± 0,04
Береза	0,1	20,65 ± 0,23*	15,45 ± 0,16*	10,22 ± 0,12*	2,33 ± 0,05	0	48,65 ± 0,25*
	1	37,41 ± 0,21*	21,52 ± 0,19*	11,15 ± 0,11*	5,83 ± 0,08*	0	75,91 ± 0,31*
	контроль	6,43 ± 0,07	0	0	0	0	6,43 ± 0,07

Примечание: \* -  $P \leq 0,05$

Сравнение темпов гибели дубового шелкопряда после воздействия R-209 показывает, что попадание в организм шелкопряда вместе с кормом раствора в концентрации 1% вызвало увеличение смертности на дубе на 23%, на березе – на 27% по сравнению с воздействием раствора в концентрации 0,1%. Отмечено усиление токсического эффекта R-209 0,1% и 1% по отношению к дубовому шелкопряду при питании листом березы по сравнению с питанием листом дуба на 17% и 20% соответственно. Таким образом, с учетом показателей выживаемости дубового шелкопряда после воздействия агониста экдистероидов 1,2-бис-(3-метоксибензоил)-1-трет-бутилгидразина (R-209) 0,1% и 1% концентрации культура данного насекомого может служить объектом для мониторинга окружающей среды на наличие ксенобиотиков.

## Литература

1. Carton B, Smagghe G., Tirry L. Toxicity of two ecdysone agonists, halofenozide and methoxyfenozide, against the multicoloured Asian lady beetle *Harmonia axyridis* (Col., Coccinellidae) // J. Appl. Entomol. 2003. Vol. 127, № 4. P. 240–242.

2. Kumar V.S., Santhi M., Krishnan M. RH-5992 – an ecdysone agonist on model system of the silkworm *Bombyx mori* // Indian J. Exp. Biol. – 2000. Vol. 38, № 2. P. 137–144.

3. Pszczolkowski M.A., Smagghe G., Effect of 20-hydroxyecdysone agonist, tebufenoside, on pre- and post-diapause larvae of *Dendrolimus pini* (L.) (Lep., Lasiocampidae) // J. Appl. Entomol. 1999. Vol. 123, № 3. P. 151–157.

**Е.И.Селифонова, Р.К.Чернова, С.В.Снесарев, А.А.Селифонов**

Саратовский государственный университет им. Н.Г.Чернышевского

### **ЭКСПРЕССНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТАЛЛОВ В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ С ПОМОЩЬЮ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ СИСТЕМЫ XRF x-5000**

В последнее время большую популярность приобрели приборы и методы, работающие в экспедиционных условиях, т.е. максимально приближенных к местам отбора проб. Наряду с повышенной экспрессностью анализа применение таких приборов решает также ряд важных вопросов отбора и консервации проб объектов окружающей среды. В полевых условиях весьма перспективно использование приборов, основанных на ионизирующем излучении, – рентгенофлуоресцентных анализаторов.

В докладе приведены результаты определения металлов в пробах малой плотности (почв, вод и донных отложений) на содержание Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Pb, Hg, As, и ряда других металлов в диапазоне от Mg ( $Z=12$ ) до U ( $Z=92$ ) в полевых условиях. Для этих целей применена портативная рентгенофлуоресцентная система X-5000 Mobil XRF с кремниевым дрейф-детектором (SDD). Применение новой детекторной технологии SDD расширяет возможности по определению легких элементов в воздушной среде без вакуума. Нами апробированы: режим обзорного анализа и оценена погрешность определения указанных металлов в диапазоне концентраций от ppm до десятков процентов; проведена идентификация металлов, основанная на совпадении по «отпечатку спектра»; построена традиционная эмпирическая калибровка с корректировкой кривых, а также исследован способ калибровки, использующий алгоритм нормализации по Комптону, что соответствует экологической методике EPA Method 6020.

С целью нахождения оптимальных нижних границ определяемых содержаний металлов получены данные при трех режимах работы рентгеновской трубки. Так, применение первого режима работы рентгеновской трубки (15 KeV) позволяет получать наиболее низкие пределы обнаружения (до 10 ppm) для Mn и Fe; второй режим работы (30 KeV) наиболее благоприятен для определения концентраций на уровне 10

ppm Ni, Cu, Zn, Hg, As, Pb, Se, Rb, Sr, Zr. Третий режим работы (50 KeV) оказывается наиболее благоприятным для определения Pb, Se, Rb, Sr, Zr, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, Ba (единицы ppm). Апробированы пределы обнаружения для указанных элементов при использовании «тройного источника» и показано, что таким путем в режиме «почва» пределы обнаружения в условиях, близких к идеальным, могут достигать 4-10%.

Следует подчеркнуть экспрессность получения и обработки результатов анализа (30-60 сек.).

Исследования показали, что вышеуказанные пределы обнаружения в значительной степени варьируют в зависимости от характера присутствующих элементов и их соотношений (матричный эффект). Так, в почвах с силикатной матрицей, содержащих 3-5% Fe, пределы обнаружения хрома составляют 5-10 ppm, кадмия 1-2 ppm, серебра 1 ppm, сурьмы и олова 4-5 ppm, Pb, As, Hg, Tl, Se 3-5 ppm, Cu, Ni, Zn 5-8 ppm. При увеличении концентрации железа в пробах возрастает погрешность определения, которая может достигать до 50%, если не вводить дополнительно алгоритм нормализации калибровки. Это требует наличия стандартных образцов состава для соответствующих объектов.

Приведены оценочные характеристики влияния пробоподготовки почв (степени дисперсности, однородности гранулометрического состава, влажности и др.) на результаты определения металлов.

Проведены исследования по оптимизации определения элементов с учетом поправочных факторов, установленных на основании калибровок, построенных по стандартам для соответствующих типов почв. Контроль погрешности определений проводился по стандартным образцам почв СЧТ-1; СЧТ-2; ССК-1; СДПС-3. С помощью программы управления встроенным ПК (Pentium) и операционной системы Windows XP, включающей полную информационную базу для обработки данных, проведено исследование, направленное на возможность модифицирования (изменения) калибровок для разных элементов в разных режимах работы. Показано, что модификация калибровок оператором «на месте» позволяет повысить точность определений и уменьшить погрешность анализа от десятков до целых и долей процента без отправки на сервисный центр или завод-изготовитель. Полученные данные экспортируются непосредственно в электронные таблицы Microsoft (MS) EXCEL, копируются на флэш карты и обрабатываются в требуемой программе MS. Важным моментом в работе анализатора является возможность визуализации данных по «отпечатку спектра», который содержит данные о спектральных линиях и их местоположении. Сопоставление и анализ полученных результатов позволяет обоснованно выбрать факторы коррекции. Полученные данные сохраняют в памяти анализатора вместе со спектрами (возможно сохранение более 1.000.000 результатов тестов). Обработка получаемых данных (идентификация пиков, выбор показа элементов и их эмиссионных

линий из виртуальной периодической таблицы, а также спектральные наложения) легко проводится с помощью специальных функций, предусмотренных программой и легко реализуемых на сенсорном цветном дисплее, одинаково эффективно используемом в лаборатории и в полевых условиях. Представлены примеры полученных результатов анализа почв, сточных вод, ряда других природных и промышленных объектов на содержание металлов.

**И.В. Селюков, А.В. Косарев**

Саратовский государственный технический университет

### **РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА г. ДИМИТРОВГРАДА**

Город Димитровград – административный центр Мелекесского района Ульяновской области, расположенный на левом берегу Куйбышевского водохранилища при впадении в него реки Большой Черемшан. Город занимает территорию около 4150 га, численность населения составляет около 130 тысяч жителей.

Основным градообразующим предприятием Димитровграда является ОАО «ГНЦ НИИАР» (Государственный Научный Центр Научно-исследовательский Институт Атомных реакторов). Основой института являются 7 исследовательских атомных реакторов, работающих на ураново-плутониевом топливе.

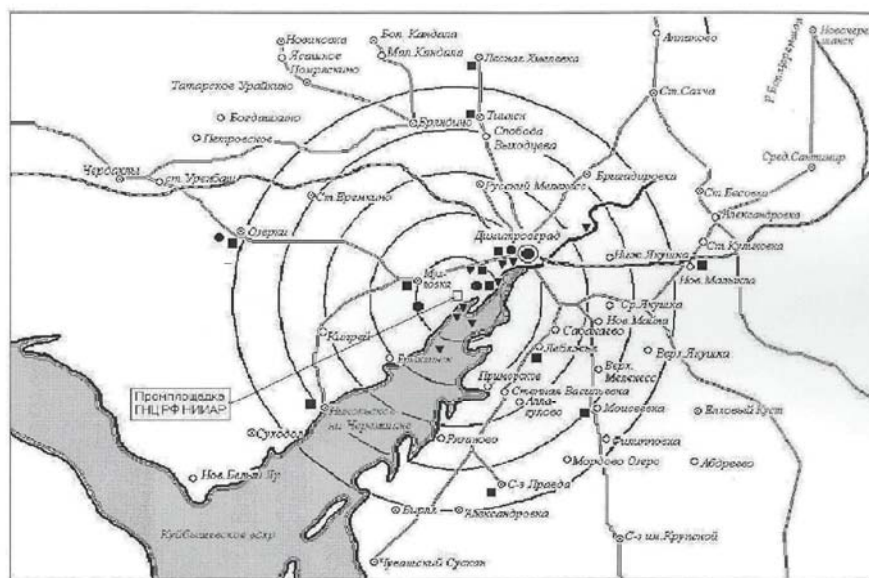
Институт ведет исследования по нескольким направлениям, среди которых следует отметить реакторное материаловедение, исследование ядерного топливного цикла, радионуклидные источники и препараты.

Нами была поставлена задача радиационно-экологического мониторинга территории, прилегающей к ОАО «ГНЦ НИИАР». Нами проводилось изучение активности радионуклидов, содержащихся в почвенном покрове данных территорий. Зона, в которой производится контроль объектов окружающей среды, представляет собой кольцо радиусом 5 км – Санитарно-защитная зона и кольцо радиусом 30 км – Зона наблюдения. Отбор проб почвы производился в 7 пунктах постоянного наблюдения, 4 пункта находятся в СЗЗ, остальные 3 пункта располагаются в зоне наблюдения (рисунок). Пробы отбирались согласно [1]. Анализ проб почвы проводился с помощью гамма-спектрометра с ППД (полупроводниковым детектором) по принятым методикам [2]. В таблице приведены результаты измерения активности радионуклидов, содержащихся в образцах почв.

Активность радионуклидов в почве пунктов СЗЗ и ЗН НИИАР Бк/кг

Пункт отбора	C-137	Cs-134	Co-60	Eu-152+154	Mn-54	K-40	Ra-226	Th-232
Зд.239	68					2,9	11	15
ЦЗГ(теплица)	2,1		5,7	1,5	0,3	300	7,6	7,6
Водозабор	6,6			3,6		220	6,3	8,4
Соц.город	3,9			3,7	0,68	260	8,5	8,3
Мулловка	3,0	0,79	0,50	1,3		350	11	15
Поляна у оз.Лесное	23			1,7		210	13	12
Поляна Горбунова (выход ПЛК )	8,7		0,57	10	0,26	270	12	11

В таблице такие нуклиды как C-137, Cs-134, Co-60, Eu-152+154, Mn-54 относятся к радионуклидам техногенного происхождения. Самая высокая активность C-137 наблюдается у здания 239. Данное здание находится в непосредственной близости от промплощадки №1 НИИАР. Далее по мере удаления пунктов отбора (рисунок) от промплощадки активность C-137 заметно снижается и в основном не превышает 10 Бк/кг. Повышение данного радионуклида наблюдается на поляне у озера Лесное. Здесь активность составляет 23 Бк/кг. В целом же активность радионуклидов техногенного происхождения во всех пунктах отбора проб невелика и редко превышает 10 Бк/кг.



Карта-схема контроля радиоэкологической обстановки в районе расположения ОАО «ГНЦ НИИАР» (предоставлена Отделом защиты окружающей среды ГНЦ НИИАР)

Немонотонный характер распределения активности радиоизотопов может быть обусловлен наложением фонового радиационного эффекта, а также влиянием последствий Чернобыльской аварии. Результаты исследования показали, что радиоэкологическое состояние почвенного покрова г. Димитровграда соответствует экологическим нормам.

### Литература

1. Методические рекомендации по санитарному контролю за содержанием радиоактивных веществ в объектах внешней среды. М., 1980.
2. Сборник инструкций и методик по контролю радиационного состояния объектов окружающей среды / ОАО «ГНЦ НИИАР». Димитровград, 2001.

**Е.С. Соловьёва, Т.Я. Ашихмина, И.Г. Широких**

Лаборатория биомониторинга Института биологии  
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, Киров

### **ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ УРБАНОЗЁМОВ г. КИРОВА**

Современные города с развитой промышленностью и обширной транспортной инфраструктурой являются центрами экологических проблем. Городские почвы испытывают на себе техногенное и антропогенное влияние, даже если они находятся в отдалении от промышленных предприятий и автомагистралей. Почвенный покров городских территорий представлен обычно урбанозёмами с отсутствием или нарушением генетических горизонтов. По сравнению с зональными почвами урбанозёмы характеризуются уплотнением, более щелочной реакцией среды, снижением буферности и гумусированности. Одним из ведущих факторов техногенного загрязнения городских почв являются тяжёлые металлы.

Целью работы являлось исследование реакции почвенного раствора, содержания подвижных форм тяжелых металлов и органического вещества в урбанозёмах различных экотопов города Кирова.

Объектами исследования служили образцы урбанозёмов, испытывающих воздействие промышленного, транспортного и рекреационного пресса. Образцы почвы отбирали на глубину 0-5 см в следующих экотопах: санитарные зоны промышленных предприятий; газоны вдоль наиболее крупных автомагистралей; селитебные зоны; садовые участки, расположенные в черте города; рекреационная лесопарковая зона. Точки отбора образцов располагались в различных районах города. Из каждого экотопа отбиралось и анализировалось не



менее пяти почвенных образцов. В качестве фоновых служили образцы почв, отобранные на территории Государственного природного заповедника «Нургуш» Кировской области.

Содержание подвижных форм кадмия, цинка, свинца, железа, меди и никеля в почвах определяли на атомно-абсорбционном спектрометре «СПЕКТР-5-4», предварительно экстрагируя воздушно-сухие почвенные образцы аммонийно-ацетатным буфером (рН 4,8) [4]. Значения рН солевой вытяжки измеряли потенциометрически на рН-метре [2]. Органическое вещество почвы определяли фотометрически по методу Тюрина в модификации ЦИНАО [1].

Экспериментальные данные обрабатывали стандартными методами статистического анализа с использованием пакета программ Excel.

Определение содержания тяжёлых металлов в почвенных образцах различных экотопов г. Кирова показало неравномерность в распределении элементов на территории города и более высокое по сравнению с фоновыми территориями содержание в урбаноёмах цинка, меди, свинца и кадмия (таблица).

Содержание свинца в урбаноёмах было максимальным в зоне транспортного загрязнения и превышало фоновые концентрации в 42 раза, что составило 4,6 ПДК. Максимальные концентрации кадмия, меди и цинка наблюдались в урбаноёмах санитарных зон промышленных предприятий. При этом содержание кадмия превышало фоновое в 4 раза, содержание меди – в 79 раз (4,1 ПДК), содержание цинка – в 17 раз (2,3 ПДК). В пробах почвы, взятых из селитебной зоны, содержание цинка являлось близким к значению ПДК.

Содержание тяжёлых металлов, органического вещества и реакция почвенного раствора в исследуемых образцах

Экотоп	Подвижные формы, мг/кг						рН <sub>KCl</sub>	Орг. в-во %
	Cd	Fe	Ni	Cu	Pb	Zn		
Зона промышленного загрязнения	0,429	1,570	0,636	12,348*	2,819	28,225*	7,7	6,83
Зона транспортного загрязнения	-	-	-	2,211	27,637*	11,743	6,8	-
Селитебная зона	0,086	0,348	0,063	0,427	2,094	22,075	7,1	9,79
Садовые участки	0,096	0,443	0	0,250	1,557	15,965	6,8	6,86
Рекреационная зона	-	-	-	1,271	0,795	2,570	5,1	-
Фоновые территории	0,098	5,140	1,753	0,156	0,643	1,670	4,3	11,87

Примечание: «-» – определение не проводилось; «\*» – наблюдалось превышение ПДК

Содержание свинца возрастало в следующем ряду экотопов: рекреационная зона < садовые участки < селитебная зона < санитарные зоны промышленных предприятий < зона транспортного загрязнения. Содержание меди возрастало в ряду: садовые участки < селитебная зона < рекреационная зона < зона транспортного загрязнения < санитарные зоны промышленных предприятий. Содержание цинка увеличивалось в ряду: рекреационная зона < зона транспортного загрязнения < садовые участки < селитебная зона < санитарные зоны промышленных предприятий.

Полученные результаты согласуются с данными Государственного доклада «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Кировской области в 2009 году», где отмечается тенденция к значительному увеличению удельного веса проб почвы, не отвечающей гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, и превышение среднероссийского уровня и показателей ПФО [3].

Более высокое содержание железа и никеля в почвах фоновых территорий по сравнению с урбаноземами связано, скорее всего, не с техногенным воздействием, а с естественным литогенным фоном.

В отличие от почв фоновых территорий, урбанозёмы характеризовались реакцией почвенного раствора, близкой к нейтральной. Значения pH солевой вытяжки в исследованных образцах колебались в пределах от 5,1 до 7,7 ед. Наиболее высокие значения наблюдались в образцах почвы из зоны промышленного загрязнения. В образцах из рекреационной лесопарковой зоны реакция почвенного раствора была наиболее близкой к значениям фоновых территорий.

Содержание органического вещества в почвенных образцах различных городских экотопов уступало почвам, отобранным на территории заповедника «Нургуш». Наиболее высокое содержание органического вещества по сравнению с другими городскими экотопами, наблюдалось в пробах почвы из селитебной зоны.

Таким образом, урбаноземы города Кирова по сравнению с природными почвами характеризуются более высоким содержанием подвижных форм кадмия, свинца, меди и цинка; более высоким значением pH почвенного раствора, достигающего слабощелочных показателей, а также более низким содержанием органического вещества по сравнению с фоновыми территориями. Это все подтверждает наметившуюся опасную тенденцию к ухудшению состояния урбаноземов города Кирова по химическим показателям и в целом влияет на экологию города и здоровье населения.

## Литература

1. ГОСТ 26213 – 91. Почвы. Методы определения органического вещества. Введ. 1993—07—01. М.: Изд-во стандартов, 1992.

2. ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее рН по методу ЦИНАО. Введ. 1986 – 07 – 01. М.: Изд-во стандартов, 1985.
3. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Кировской области в 2009 году». Управление Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Кировской области, ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Кировской области». Киров, 2010.
4. Практикум по агрохимии: учеб. пособие. -2-е изд., перераб. и доп./ под ред. акад. РАСХН В.Г. Минеева. М.: Изд-во МГУ, 2001. 689 с.

**Г.А. Сорокина, В.П. Лебедева**

Сибирский Федеральный университет, Институт экономики, управления  
и природопользования, отделение экологии и природопользования,  
г. Красноярск

## **БИОИНДИКАЦИЯ АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ**

Живые организмы, в том числе и растения в силу своей видовой специфики по-разному реагируют на изменения комплекса условий окружающей среды. Некоторые из них могут выступать в качестве индикаторов загрязнения. Применение организмов, реагирующих на загрязнение среды обитания изменением признаков, позволяет существенно сократить или даже исключить применение дорогостоящих и трудоемких физико-химических методов анализа. Биоиндикаторы интегрируют биологически значимые эффекты загрязнения.

Целью данной работы является выявление наиболее чувствительных видов древесных растений для биоиндикации атмосферного загрязнения с использованием метода регистрации термоиндуцированных изменений нулевого уровня флуоресценции (ТИНУФ).

Для достижения цели были изучены сезонные изменения пяти видов древесных растений: покрытосеменных – тополя бальзамического (*Populus balsamifera*), березы повислой (*Betula pendula*) и клена ясенелистного (*Acer negundo*), и голосеменных – ели сибирской (*Picea obovata*) и лиственницы сибирской (*Larix sibirica*). Образцы отбирались на 2 пробных площадях: условно чистой (ПП1), и с высокой интенсивностью движения автотранспорта и более высоким уровнем атмосферного загрязнения (ПП2), что подтверждается результатами физико-химического анализа смывов с листьев и хвои данных видов деревьев.

Регистрация термоиндуцированных изменений нулевого уровня флуоресценции производилась на флуориметре «Фотон-11», сконструированном на кафедре экологии и природопользования СФУ.

В ходе проведенных ранее исследований было показано, что более высокий уровень атмосферного загрязнения вызывает сокращение сроков и глубины состояния зимнего покоя как у хвойных, так и у покрытосеменных растений. Выявленную закономерность можно использовать для оценки видовой специфики влияния загрязнения атмосферы на состояние растений на основе качественных различий кривых ТИНУФ.

Летний тип кривой характеризуется наличием двух пиков: низкотемпературного, который определяется действием нагревания на структуру и функции компонентов фотосистемы 2; и высокотемпературного, причиной которого может быть «разгорание» флуоресценции более термостабильного хлорофилл-белкового комплекса фотосистемы 1 при инактивации её реакционных центров

В зимний же период, когда растения находятся в состоянии покоя, на кривых ТИНУФ регистрируется только высокотемпературный пик, что отражается на величине отношения низкотемпературного пика к высокотемпературному ( $R_2$ ), которое может быть использовано в качестве показателя состояния растений и глубины покоя (а.с. 1358843).

В ходе изучения годовой динамики изменения  $R_2$  для 5 видов исследуемых растений были отмечены более низкие значения для покрытосеменных в зимний период по сравнению с хвойными. Эти различия зарегистрированы на обеих пробных площадях, независимо от уровня загрязнения, как в естественных, так и в лабораторных условиях, что свидетельствует о меньшей глубине покоя у ели и лиственницы.

Для количественной оценки влияния загрязнения на состояние растений в работе введен параметр  $A$  ( $A=R_0/R_k$ , где  $R_0$  – среднее значение показателя  $R_2$  в исследуемых районах;  $R_k$  – среднее значение  $R_2$  в контрольном районе), отражающий различия флуоресцентных показателей для контрольной и опытной пробных площадей. В переходные периоды в загрязненных районах уровень отношения  $R_2$  выше по сравнению с более чистыми, таким образом, чем выше значение параметра  $A$ , тем больше выражено влияние атмосферного загрязнения на данный вид растения.

Наибольшие значения в ходе годовой динамики параметр  $A$  принимает для березы и наименьшие для клена. Несмотря на высокие значения показателя  $R_2$  для ели и лиственницы в течение всего года, по чувствительности к загрязнению они занимают промежуточное положение

Для расширения возможностей применения метода регистрации ТИНУФ в целях биоиндикации в зимний период было проведено выведение растений из состояния покоя в лабораторных условиях. Результаты согласуются с теми, что были получены в естественных условиях. Наибольшие значения параметра  $R_2$  отмечены для ели, несколько меньшие для лиственницы, самые низкие для березы и клена. Тополь занимает промежуточное положение. Динамика параметра  $A$

согласуется с полученной в естественных условиях. Таким образом, можно рекомендовать применение метода регистрации ТИНУФ при выведении растений из состояния покоя в лабораторных условиях для биоиндикации уровня атмосферного загрязнения.

Из исследованных видов наибольшая чувствительность была отмечена для березы повислой как по расчетному параметру А, так и по величине сдвига сроков перехода в состояние зимнего покоя (11.10 на ПП1 и 10.11 на ПП2, соответственно). Также можно рекомендовать для биоиндикации тополь бальзамический в связи с его широкой распространенностью в городской среде и достаточной чувствительностью к уровню атмосферного загрязнения.

**О.И. Сорокина, Д.Л. Голованов, Н.Е. Кошелева**

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

### **ОСОБЕННОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА (г. УЛАН-БАТОР)**

Снежный покров обладает рядом свойств, делающих его удобным индикатором загрязнения не только атмосферных осадков, но и атмосферного воздуха, а также последующего загрязнения вод и почв. Анализ снежного покрова позволяет решить проблему количественного определения суммарных параметров загрязнения приземного слоя атмосферы: действуя как естественный планшет-накопитель, он дает действительную величину сухих и влажных выпадений в холодный сезон [3, 7]. Целью данной работы было определение характера и степени загрязнения снежного покрова в г. Улан-Баторе, столице Монголии, в целом и выявление различий в его загрязнении по функциональным зонам города.

Город расположен в дренируемой р. Тола горной котловине со своеобразной воздушной циркуляцией: при резко континентальном климате летом здесь господствует западный перенос, зимой – штилевая погода за счет устойчивых температурных инверсий. Годовое количество осадков составляет 240-260 мм, из которых до 90 % выпадают в течение июля-августа. На исследуемой территории распространены сланцы и глины, обогащенные Fe, Mn, Cr, Co, Pb, Ni, Ti, а также граниты, песчаные отложения и речной аллювий, которые обеднены микроэлементами (МЭ). Для региона наиболее типична экспозиционная лесостепь: склоны северной экспозиции заняты лесными экосистемами, южной – степными, долины рек – сухостепными [2, 7, 8]. Из-за котловинного рельефа и

устойчивых температурных инверсий город обладает низким потенциалом самоочищения атмосферы, поэтому снежный покров аккумулирует атмосферные выпадения на протяжении всего холодного периода.

В настоящее время площадь Улан-Батора составляет 4704,4 кв<sup>2</sup>. км, население – 1 044 500 чел. К источникам загрязнения города относятся топливно-энергетический комплекс, промышленные предприятия, автотранспорт, коммунально-бытовые отходы. Постоянно растет численность населения (36-38 тыс. чел./год), число автомобилей (около 6 тыс./год), развивается промышленность [6]. В зимнее время особенно велико влияние топливно-энергетического комплекса, представленного 3 действующими ТЭЦ, расположенными в южной части города на пути ветровых потоков северных и западных румбов, внутрирайонными котельными, котельными промышленных предприятий и воинских частей, а также многочисленными источниками отопления в районах индивидуальной юрточной застройки, расположенной на склонах [7]. Угли, используемые для отопления Улан-Батора, по сравнению с кларковыми значениями в десятки раз обогащены Pb, As, Mo и в разы – Cu, Sr, Cd, Ni. По сравнению со средним содержанием химических элементов в золе бурых углей мира они обогащены Pb, Cu, Ni и Mo [5].

Отбор образцов снега проводился в феврале 2008 г. Зима была малоснежной и ветреной. Снег отбирался на всю глубину покрова в намеченных точках методом трубок диаметром 20 см<sup>2</sup>, по 10 на каждой точке. Из-за фрагментарности снежного покрова отбор проб проводился в основном на склонах северной экспозиции. Всего была собрана 21 проба. Первичная обработка снега заключалась в разделении твердой и жидкой фазы пробы путем растапливания снега при комнатной температуре и фильтрования. Масс-спектральным и атомно-эмиссионным методами с индуктивно-связанной плазмой было определено валовое содержание элементов I-го (As, Cd, Pb, Zn), II-го (Co, Ni, Mo, Cu, Cr) и III-го (V, Sr) классов опасности в фильтрате каждого образца и на фильтрах<sup>1</sup>.

Для эколого-геохимической оценки использованы коэффициенты концентрации  $K_c = Ca/Cф$ , где  $Cф$ ,  $Ca$  – концентрации элемента в фоновых и городских пробах соответственно. Для оценки суммарного загрязнения нами применялся коэффициент  $Z_c = \sum K_c > 1,5 - (n-1)$ , где  $n$  – количество МЭ с  $K_c > 1,5$ , для характеристики степени загрязнения – градации  $Z_c$ , выделенные Ю.Е. Саеом [4].

При анализе микроэлементного состава *жидкой фазы снеговой воды* установлено, что в условиях города резко возрастает поступление с аэрозолями всех поллютантов, происходит обогащение снеговой воды растворимыми формами МЭ, располагающихся в следующий ряд (индекс –  $K_c$ ): Mo<sub>120,9</sub>Ni<sub>33,2</sub>As<sub>33,1</sub>Sr<sub>30,3</sub>Co<sub>13,9</sub>Zn<sub>4,5</sub>V<sub>3,3</sub>Pb<sub>3,1</sub>Cu<sub>3,0</sub>Cd<sub>2,7</sub>Cr<sub>1,7</sub>. Высокие

<sup>1</sup> Данные предоставлены автору Совместной российско-монгольской комплексной биологической экспедицией Института проблем экологии и эволюции РАН.

коэффициенты  $K_c$  отражают многократное возрастание антропогенного поступления в атмосферу аэрозолей и мелких пылевых частиц, способных активно мигрировать в ландшафтах. Больше всего увеличивается содержание  $Mo$ ,  $Ni$ ,  $As$ ,  $Sr$ , поступающих в атмосферу, главным образом, при сжигании углей. МЭ, находящиеся в жидкой фракции, при таянии снега попадают в грунтовые и поверхностные воды. В промышленной зоне содержание  $As$  ( $K_c=52,3$ ),  $Ni$  (41,0),  $Zn$  (6,4) в снеговой воде максимально среди всех зон, в зоне юрточной застройки –  $Mo$  ( $K_c=278,3$ ),  $Sr$  (46,4),  $V$  (7,2),  $Cd$  (5,7). Эти МЭ в повышенных концентрациях содержатся в углях, используемых для отопления города. В индивидуальных отопительных системах юрт температура горения ниже, чем на промышленных установках ТЭЦ, что приводит к различиям в структуре выбросов. Такие элементы, как  $Co$  (17,5),  $Pb$  (3,0),  $Cu$  (3,0),  $Cr$  (1,7) в равной степени накапливаются в обеих зонах, частично поступая с выбросами топливной энергетики, частично – промышленности и автотранспорта. Зона многоэтажной застройки отличается низкими, по сравнению с другими зонами, концентрациями поллютантов. В исследованиях снежного покрова городов [1] для жилой и рекреационной зон также отмечались наименьшие концентрации всех веществ.

*Количество взвеси (твёрдофазных выпадений)* в среднем по городу составляет 5527 мг/л при фоновых выпадениях 403 мг/л. Максимальные концентрации взвеси зафиксированы в юрточной зоне – 9767 мг/л. В меньшей степени загрязнены промышленная зона и зона многоэтажной застройки – 3458 и 3357 мг/л соответственно. Содержание поллютантов в твёрдой фракции по сравнению с фоном отражает ряд  $Sr_{3,1}Mo_{2,9}As_{2,5}Zn_{2,5}Ni_{2,4}Co_{2,2}V_{2,0}Cr_{2,0}Pb_{1,8}Cu_{1,7}Cd_{1,2}$ . Как и в случае с жидкой фракцией, наибольшее накопление характерно для элементов, поступающих с выбросами топливной энергетики. Контрастность аномалий пылевых выпадений намного меньше, чем для растворенной фракции, однако по массе пылевые выбросы превосходят аэрозольные в десятки раз. В промышленной зоне активнее концентрируются  $Zn$  ( $K_c=4,6$ ),  $V$  (3,0) и  $As$  (3,6), в зоне юрточной застройки –  $Mo$  ( $K_c=6,6$ ),  $Sr$  (4,5),  $Ni$  (3,6),  $Cd$  (1,6). С одинаковой степенью интенсивности в обе зоны поступают  $Co$ ,  $Cr$ ,  $Pb$  и  $Cu$  (2,0-2,9). Состав поллютантов во взвесах схож с таковым в растворенных формах, что отражает специфику атмосферных выбросов по зонам. Зона многоэтажной застройки характеризуется слабым накоплением поллютантов в нерастворимой форме, концентрации их в снеговой воде близки к фоновым ( $K_c<1,5$ ). Твёрдая фракция МЭ менее миграционно способна, чем жидкая, и после таяния снега может частично или полностью оставаться в почвах, приводя к их загрязнению.

*Суммарное загрязнение снежного покрова  $Z_c$*  для твёрдой фракции в среднем по городу составляет 14, что соответствует низкому уровню загрязнения (УЗ) [4]. По количеству МЭ в жидкой фракции городская среда

характеризуется  $Z_c=240$ , что соответствует опасному УЗ. Среди функциональных зон максимальное загрязнение выявлено в юрточной застройке: для твердой фазы  $Z_c=23$  (низкий УЗ), для жидкой фазы – 431 (чрезвычайно опасный УЗ). В меньшей степени загрязнена промышленная зона с  $Z_c=22$  (низкий УЗ) и 216 (опасный УЗ) для твердой и жидкой фаз соответственно. Минимальное загрязнение обнаружено в зоне многоэтажной застройки с  $Z_c=3$  (низкий УЗ) и 89 (умеренно опасный УЗ) для твердой и жидкой фаз соответственно.

Таким образом, зимний период характеризуется высокими концентрациями МЭ, поступающих в атмосферу города в основном с продуктами неполного сгорания угля. Особенно велико поступление Mo, Ni, As, Sr и Zn. Выявлены различия в загрязнении твердой и жидкой фаз снеговой воды: твердофазные выпадения преобладают по массе, но имеют небольшую контрастность по сравнению с фоном, тогда как жидкая фаза воды отличается очень большой контрастностью, что отражает очень высокое потенциальное загрязнение ландшафтов Улан-Батора. Состояние снежного покрова функциональных зон дает представление о неоднородности состояния атмосферного воздуха в различных частях города в зимний период. Особенно сильный техногенный стресс испытывает зона юрточной застройки с индивидуальными источниками отопления, достигающая по суммарному содержанию поллютантов в жидкой фазе чрезвычайно опасного уровня загрязнения.

## Литература

1. Анализ состояния загрязнения снежного покрова для проектирования сети станций АНКОС-1/В. М. Артемов, Д.П. Парцев, Ю.Е. Саг и др. // Методические и системотехнические вопросы контроля загрязнения окружающей среды. М.: Гидрометеиздат, 1982. С. 144-139.
2. Батхушиг О. Почвенно-геохимические особенности долины р. Туул: автореф. дис. ... канд. геогр. наук / Ин-т геоэкологии АН Монголии. Улаанбаатар, 1999. 23 с.
3. Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 184 с.
4. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саг, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. М.: Недра, 1990. 335 с.
5. Загрязнение почв тяжелыми металлами в промышленных городах Монголии / Н.Е. Кошелева, Н.С. Касимов, С.Н. Бажа, П.Д. Гунин, Д.Л. Голованов, И.А. Ямнова, С. Энхамгалан // Вестник Моск. ун-та. Серия география. 2010. № 3. С. 20-27.
6. Нийслэл хотын эдийн засаг, нийгмийн байдал. Албан ёсны статистикийн мэдээллээр бэлтгэсэн 2008 оны 5-р сарын танилцуулга / Статистикийн газар. УБ, 2008. 23 с. (Статистический бюллетень Управления статистики г. Улан-Батора за май 2008 г.).
7. Экогеохимия городских ландшафтов / под ред. Н.С. Касимова. М.: Изд-во МГУ, 1995. 336 с.
8. Экосистемы бассейна Селенги // Биологические ресурсы и природные условия Монголии: труды совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции. Т. 44. М.: Наука, 2005. 395 с.



## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЧИВОСТИ РИСУНКА ПЕРЕДНЕСПИНКИ КЛОПА-СОЛДАТИКА В РЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ БИОИНДИКАЦИИ

Белгородская область является регионом с высокоразвитой промышленностью, базирующейся на работе крупнейших в стране горнорудных предприятий, большая часть которых находится на территории Старооскольского района. Изучение экологической ситуации в регионе требует применения эффективных и недорогостоящих методов контроля состояния среды и использования в этих целях информационно значимых показателей у организмов-биоиндикаторов. Преимущество биологического подхода усиливается на фоне отсутствия единой системы оценки экологических показателей для всех стран и отдельных регионов [1].

Клоп-солдатик (*Ryrrhocoris apterus* L.) отличается массовостью, низкой подвижностью, трофической связью с биотой, продолжительностью жизни. Меланизированный рисунок покровов переднеспинки и надкрылий насекомого сформирован из отдельных, легко диагностируемых элементов с различным спектром изменчивости, что соответствует основным требованиям к видам-биоиндикаторам [3, 4].

Ранее проведенные исследования показали, что существенным моментом взаимодействия клопа-солдатика со средой является формирование определенных вариаций элементов меланизированного рисунка [2].

Цель исследования – определить характер изменчивости меланизированного рисунка переднеспинки клопа-солдатика в различных экологических условиях. Задачи: а) провести анализ встречаемости вариаций переднеспинки клопа-солдатика в исследуемых биотах; б) изучить спектр изменчивости меланизированного рисунка переднеспинки; в) проанализировать характер проявления асимметрии рисунка переднеспинки клопа-солдатика.

Материалом исследования послужили популяционные выборки клопа-солдатика из 5 экосистем Старооскольского района Белгородской области с различным уровнем антропогенного воздействия (АВ) за период 2007-2009 годов. Проанализировано более 3000 половозрелых особей. Определение вариаций меланизированного рисунка переднеспинки проводились с использованием ранее составленного каталога [5].

Проведен анализ встречаемости вариаций переднеспинки клопа-солдатика в исследуемых биотах с использованием коэффициента

встречаемости вариаций:  $K_v = S/n$ , где  $K_v$  – коэффициент встречаемости вариаций;  $S$  – спектр изменчивости меланизированного рисунка переднеспинки,  $n$  – количество особей в выборке (♀ или ♂).

Анализ показывает, что самый высокий коэффициент встречаемости вариаций меланизированного рисунка переднеспинки у самцов в следующих популяциях: КС-3 ( $K_v=0,3618$ ) и КС-2 ( $K_v=0,3287$ ). Эти показатели превышают средние значения. Самый низкий коэффициент наблюдается в популяциях КС-5 ( $K_v=0,2905$ ) и КС-4 ( $K_v=0,2799$ ), где степень антропогенного воздействия на биоты ниже, чем в других популяциях.

У самок клопа-солдатика наивысший коэффициент встречаемости вариаций меланизированного рисунка переднеспинки отмечается в популяциях КС-2 ( $K_v=0,3061$ ) и КС-3 ( $K_v=0,2951$ ). Самый низкий показатель наблюдается в популяциях КС-1 ( $K_v=0,2586$ ) и КС-4 ( $K_v=0,2426$ ).

Таким образом, самый низкий коэффициент встречаемости вариаций переднеспинки у самцов и у самок отмечается в популяции КС-4.

Анализ спектра изменчивости меланизированного рисунка переднеспинки клопа-солдатика позволил выявить вариации, которые встречаются во всех выборка исследуемых популяций: П18, 26, 30, 33.

Анализ показывает, что совокупность вариаций переднеспинки П18, 26, 30, 33 наиболее характерна для популяции КС-4, достаточно часто встречаются данные вариации в популяциях КС-1 и КС-5. В популяциях КС-2 и КС-3 исследуемые вариации переднеспинки встречаются реже. Следовательно, вариации П18, 26, 30, 33 типичны для популяций клопа-солдатика Старооскольского района и преимущественно встречаются в биотах, испытывающих наименьшее антропогенное воздействие.

Представляет большой интерес изучение характера рисунка переднеспинки клопа-солдатика. Пользуясь ранее составленным каталогом, все вариации переднеспинки условно разделили на симметричные и асимметричные. Среднее процентное соотношение асимметричных вариаций переднеспинки представлено на рис. 1.

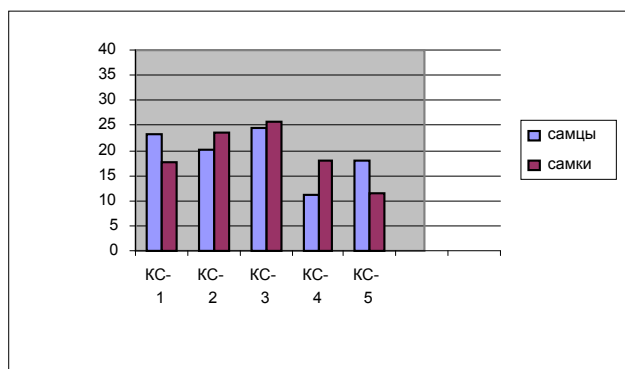


Рис 1. Среднее процентное соотношение асимметричных вариаций переднеспинки у самцов и самок

Анализ диаграммы показывает, что наименьший показатель асимметрии рисунка переднеспинки наблюдается в популяциях КС-4 и КС-5. В популяциях КС-1 и КС-2 показан средний показатель данного признака. В популяциях Старооскольского района наибольшая частота асимметричных проявлений меланизированного рисунка переднеспинки клопа-солдатика наблюдается в популяции КС-3.

Анализ проявления асимметричных вариаций переднеспинки отдельно по самкам и самцам показал, что в популяциях КС-2, КС-3 и КС-4 самки демонстрируют большую частоту проявления признака, чем самцы. В популяциях КС-1 и КС-5 у самцов чаще наблюдается асимметрия в рисунке переднеспинки.

Суммарный показатель асимметрии меланизированного рисунка переднеспинки клопа-солдатика в популяциях Старооскольского района показан на рис. 2.

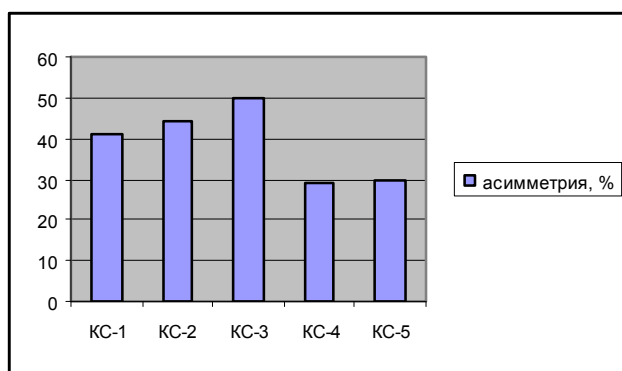


Рис 2. Показатель асимметрии рисунка переднеспинки клопа - солдатика в популяциях Старооскольского района

Анализ диаграммы показывает, что наибольший показатель асимметрии рисунка переднеспинки клопа-солдатика наблюдается в популяции КС-3, наименьшие значения – в популяциях КС-4 и КС-5, средние значения – в популяциях КС-1 и КС-2. Очевидно, это можно объяснить разной степенью действия загрязняющих факторов.

На основании полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. В популяциях Старооскольского района самый низкий коэффициент встречаемости вариаций меланизированного рисунка переднеспинки отмечается в популяциях КС-4 и КС-5, где степень антропогенного воздействия на биоты низкая. Самый высокий показатель – в популяции КС-3, которая подвергается наивысшему антропогенному прессингу. Самый низкий коэффициент встречаемости вариаций переднеспинки у самцов и самок отмечается в популяции КС-4 (с. Бабанинка).

2. Вариации переднеспинки: П18, 26, 30 и 33 клопа-солдатика характерны для популяций Старооскольского района. Наиболее типичны

данные вариации для популяции КС-4 (56,4%), КС-1 (49,1%), КС-5 (46,0%). Самый низкий показатель встречаемости данных вариаций в отмечается в популяции КС-3 (41,9%), где степень антропогенного воздействия на биоту наивысшая.

3. Наибольший показатель асимметрии рисунка переднеспинки клопа-солдатика наблюдается в популяции КС-3 (с.Верхнеатаманское), наименьшие значения – в популяциях КС-4 и КС-5. Это можно объяснить разной степенью действия загрязняющих факторов.

## Литература

1. Батлуцкая И.В. Изменчивость меланизированного рисунка насекомых в условиях антропогенного воздействия. Белгород: Изд-во БелГУ, 2003.168 с.
2. Маканина О.А., Хорольская Е.Н., Сорокотягина Л.А. Изучение изменчивости меланизированного рисунка переднеспинки клопа-солдатика (*Pyrrhocoris apterus* L.) с учетом половой принадлежности особей // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. Т.114, Вып. 3. Москва, 2009.
3. Криволицкий Д.А., Тихомиров Е.А., Федоров Е.А. Биоиндикация и экологическое нормирование // Влияние промышленных предприятий на окружающую среду. М., 1987. С. 18-26.
4. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / О.П. Мелехова. Е.И. Егорова, Т.И. Евсеева и др.; под ред. О.П. Мелеховой и Е.И. Егоровой. – М. Изд. центр «Академия», 2007. С. 7-15.
5. Хорольская, Е.Н., Батлуцкая И.В., Глотов В.А. Спектр изменчивости меланизированного рисунка переднеспинки клопа-солдатика // Научные ведомости Белгородского государственного университета, серия Химия и Биология. Вып.1. Белгород, 2006. С. 146-152.

**Е.В. Стенно, М.А. Баканина, О.В. Гилева**

ФГУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,  
отдел химико-аналитических методов исследования, г. Пермь

## **БИОМОНИТОРИНГ ДЛЯ ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРА И ТЯЖЕСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ**

Воздействие на организм химических факторов среды обитания и производственной среды может быть оценено с использованием биомониторинга, предусматривающего непосредственное определение токсичных соединений в биосредах человека. Результаты, полученные в рамках биомониторинга, позволяют более адекватно оценить степень антропогенного воздействия токсичных веществ наряду с их

концентрациями в объектах среды обитания (воздух, вода и т.д.). Успешное решение задач биомониторинга сформулировано О.И. Орловой и др. в [1]:

- 1) правильный выбор биологического материала;
- 2) правильный выбор биомаркера, способного охарактеризовать уровень экспозиции, и регистрируемый биохимический эффект;
- 3) наличие аналитического метода, обеспечивающего необходимую надежность, селективность и чувствительность;
- 4) наличие стандартов для интерпретации результатов.

В настоящее время для целей клинической диагностики сотрудниками лаборатории атомно-абсорбционного анализа ФГУН «ФНЦ МПТ УРЗН» разработаны методы определения ряда тяжелых металлов и микроэлементов в различных биологических средах [2,3]. Наиболее информативными для диагностических целей следует считать ткани и органы, которые вовлечены в процессы депонирования и концентрирования химических элементов. Жидкие биосреды (кровь, моча, желчь, желудочный сок, женское молоко) являются кратковременными по экспозиции биосубстратами, тогда как твердые ткани (волосы, ногти) характеризуют элементный статус, формирующийся в течение длительного времени. Нами используется метод атомно-абсорбционной спектрофотометрии, отличающийся высокой чувствительностью и возможностью определения химических элементов, находящихся в биосубстратах в очень низких концентрациях. Исследования выполнялись на спектрофотометре Perkin Elmer 3110 (США) в режиме пламенной атомизации. Для жидких биосред (моча, желудочный сок) используется метод прямого определения марганца, свинца, цинка, никеля, меди, хрома, кадмия, железа, позволяющий проводить элементометрию для всех исследуемых металлов из одной пробы, минуя стадию предварительного перевода биологического материала в анализируемый раствор. Прямая элементометрия проб мочи позволяет определять медь в диапазоне концентраций 0,01-0,1 мг/дм<sup>3</sup>, цинк 0,1-1,0 мг/дм<sup>3</sup>, никель 0,05-0,5 мг/дм<sup>3</sup>, хром 0,005-0,05 мг/дм<sup>3</sup>, свинец 0,01-0,5 мг/дм<sup>3</sup>, марганец 0,005-0,1 мг/дм<sup>3</sup>, железо 0,01-0,1 мг/дм<sup>3</sup>, кадмий 0,05-0,1 мг/дм<sup>3</sup> с относительной погрешностью определения от 8 до 20 % для каждого ингредиента при  $r=0,95$ .

Для таких биосред как волосы, кровь, желчь, плацента, меконий, молоко женское разработаны способы перевода исследуемого биологического материала в анализируемый раствор с помощью сильных неорганических окислителей (способ кислотной минерализации), термического озоления, а также сочетанием способов термического разложения и кислотной минерализации. Для перевода волос в анализируемый раствор использовали способ кислотной минерализации в смеси концентрированной азотной кислоты и перекиси водорода. В ходе

исследований обоснован выбор объема биологического материала (для волос-0,15 г), оптимального соотношения окислителей  $\text{HNO}_3$ :  $\text{H}_2\text{O}_2$  (3:1) при минимальном объеме биоматериала для анализа. Установлен диапазон определяемых концентраций металлов в волосах с использованием кислотной минерализации: никель – 1,0-5,0 мкг/г; цинк – 50,0-200 мкг/г; хром – 0,25-2,5 мкг/г; железо – 1,0-10,0 мкг/г; медь – 1,0-5,0 мкг/г с максимальной погрешностью определения 16,4%.

Метод кислотной минерализации использовался также при определении металлов в желчи. Гомогенизированные пробы желчи были минерализованы при нагревании со смесью азотной кислоты и перекиси водорода в соотношении 1:1. Для пациентов из техногенных районов Пермского края обнаружено, что содержание марганца в желчи составляет  $0,114 \pm 0,017 \text{ мг/дм}^3$ , меди  $0,583 \pm 0,095 \text{ мг/дм}^3$ , никеля  $0,767 \pm 0,197 \text{ мг/дм}^3$ , свинца  $0,563 \pm 0,2 \text{ мг/дм}^3$ , хрома  $0,055 \pm 0,023 \text{ мг/дм}^3$ , цинка  $1,496 \pm 0,283 \text{ мг/дм}^3$ .

Термическое озоление приводит к потере некоторых элементов (свинец, цинк, медь) и их соединений вследствие их летучести, поэтому возникла необходимость в создании способа пробоподготовки, сочетающего способ термического разложения и кислотной минерализации. По результатам элементометрии волос, цельной крови, плаценты, мекония и женского молока установлено, что для определения никеля, цинка, меди, железа, хрома, марганца, свинца вариант сочетания этих способов является оптимальным. Удалось расширить диапазон определяемых концентраций металлов волосах: никель – 1,0-5,0 мкг/г, свинец – 0,5-5 мкг/г; цинк – 50,0-250 мкг/г; хром – 0,1-1,0 мкг/г; железо – 2,5-15,0 мкг/г; медь – 1,0-5,0 мкг/г; марганец – 0,1-2 мкг/г с погрешностью определения 15%.

Подготовка проб крови для анализа осуществлялась в муфельной печи ПДП-18М. К пробам крови объемом  $1 \text{ см}^3$  добавляют  $1 \text{ см}^3$  1% раствора  $\text{HNO}_3$  и помещают в тигель, высушивают в течение 1,5 часов при температуре  $110^\circ\text{C}$  в сушильном шкафу, затем в течение 2,5 часов при температуре  $250^\circ\text{C}$ , после чего к пробе добавляют на кончике шпателя сульфат аммония и при температуре  $450^\circ\text{C}$  пробу озолотят 1,5 ч в муфельной печи. После остывания к пробе добавляют 0,3 мл концентрированной  $\text{HNO}_3$  и выпаривают до состояния реактивной «мокрой соли». К охлажденному зольному остатку приливают  $5 \text{ см}^3$  1% раствора  $\text{HNO}_3$  и оставляют на 30 – 40 мин, отфильтровывают и переносят в пробирку. Параллельно для каждой серии анализов ставят 2 холостые пробы, для которых повторяется вся процедура подготовки пробы. Время анализа пробы крови при использовании данной методики составляет более 24 часов.

С целью сокращения времени на этапе пробоподготовки образцов крови нами использовалась микроволновая система МС – 6 (Россия). Во

фторопластовый стакан помещали 1 см<sup>3</sup> крови, добавляли 5 см<sup>3</sup> концентрированной азотной кислоты, затем 1 см<sup>3</sup> концентрированной перекиси водорода и оставляли на 15-20 минут. Стаканы помещали в турель и устанавливали в микроволновую камеру. Максимальное давление в камере достигается через 30 минут и составляет 6,9 атм., общее время разложения 45 минут. После полного остывания пробы переносили в кварцевые стаканы и выпаривали на песчаной бане до состояния «мокрых солей». Остывший зольный остаток растворяли в 5 см<sup>3</sup> 1% азотной кислоты. Параллельно для каждой серии анализов ставили две холостые пробы, которые замеряли наряду с реальными пробами. Диапазон определяемых концентраций металлов в крови составляет: никель-0,1-1,0 мг/дм<sup>3</sup>; медь-0,25-2,5 мг/дм<sup>3</sup>; марганец-0,01-0,1 мг/дм<sup>3</sup>; свинец 0,05-0,5 мг/дм<sup>3</sup>; хром-0,005-0,05 мг/дм<sup>3</sup>; цинк-1,0-10,0 мг/дм<sup>3</sup> с максимальной погрешностью определения 19%.

Таким образом, разработана новая эффективная система высокочувствительных и селективных методов определения тяжелых металлов и микроэлементов в биологических средах человека, позволяющая оценить степень антропогенного воздействия химических факторов среды обитания.

### Литература

1. Орлова О.И., Савельева Е.Н., Радилов А.С. и др. // Медицина труда и промышленная экология. 2010. №12. С.28-33.
2. Определение химических соединений в биологических средах: сб. метод. указаний, МУК 4.1.774-4.1.779-99. М.: Минздрав России, 2000. С.106-150.
3. Определение вредных веществ в биологических средах: сборник методических указаний, МУК 4.1.2104-4.1.2106-06. М.:Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. 2008. С.25-62.

**Е.С. Трояновская, Ю.В. Юдина, О.В. Абросимова, Е.И. Тихомирова**

Саратовский государственный технический университет

### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОЦЕНКИ ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ г. САРАТОВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗНЫХ БИОТЕСТ-ОБЪЕКТОВ**

В выявлении антропогенного загрязнения среды наряду с химико-аналитическими исследованиями все большее применение находят методы, основанные на оценке состояния отдельных особей, подвергающихся воздействию загрязненной среды, а также их органов, тканей, клеток (Биологический контроль окружающей среды, 2008).

Определение содержания всех ксенобиотиков в объекте исследования (что сложно методически) дает информацию, недостаточную для каких-либо прогнозов. Результат комбинированного действия двух и более токсичных веществ, имеющихся в исследуемом образце в небольших количествах, предсказать достаточно сложно. Биотестирование не дает информации о природе поллютанта, зато с большой степенью достоверности позволяет определить степень интегральной токсичности всех экотоксикантов, содержащихся в объекте исследования (Виноходов, 2007).

Городские почвы являются депонирующей средой практически для всех поллютантов, поэтому данные, полученные при их комплексном экологическом и геохимическом мониторинге, являются высокоинформативными.

В связи с этим представляется актуальной разработка методов комплексного биотестирования транспортно-селитебных ландшафтов с использованием различных по чувствительности биотест-объектов.

Целью данной работы была комплексная оценка токсичности почвенного покрова техногенных зон города Саратова с помощью различных биотест-объектов: *Chlorella vulgaris*, *Lemna minor*, *Raphanus sativus*, и сравнительный анализ их чувствительности к компонентам регионального загрязнения.

Пробы почв отбирали в июне 2010 г. в наиболее напряженных участках городской территории: вдоль железнодорожного полотна, на пересечении главных автомагистралей, поблизости от промышленных предприятий, в селитебных районах старой и новой застройки. Все пробы имели строгую картографическую привязку к местности. В качестве контроля использовали лесопарковую территорию дома отдыха «Ударник», находящегося в 3 км от г. Саратова. Оценку токсичности проб почвенной вытяжки проводили по стандартным методикам.

Использование водоросли *C. vulgaris* является наиболее быстрым методом определения токсичности исследуемых проб по изменению оптической плотности. В результате проведенных исследований гипертоксичными оказались пробы, отобранные в Заводском районе г. Саратова вблизи промышленной зоны Саратовского авиационного завода (САЗ) и 4-го жилучастка. Высокотоксичными были также пробы, собранные вблизи автомагистралей Фрунзенского района. В пешеходных зонах центральных улиц и жилых массивов г. Саратова по результатам данного тестирования почвы были нетоксичными.

Проведение исследований на биотест-объекте *L. minor* позволяет проводить оценку токсичности на органном уровне – при фиксации морфологических отклонений у листецов, и на организменном уровне – по регистрации реализации репродуктивного потенциала. Полученные результаты позволили установить морфологические отклонения у тест-объекта: хлорозы, изменение окраски во всех исследованных пробах.



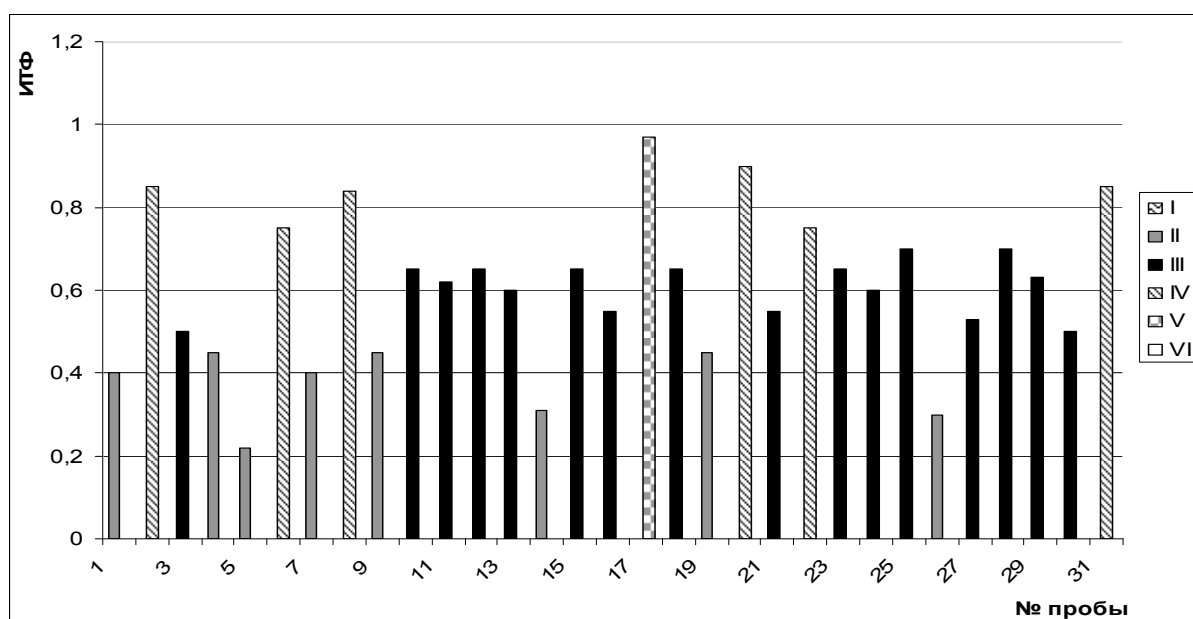
Острое токсическое действие оказывали 70 % проб, в которых отмечена 100 % гибель *L. minor*. Слаботоксичными оказались пробы, взятые на центральных улицах г. Саратова и в пешеходных зонах Заводского района.

В то же время по оценке репродуктивного потенциала *L. minor* все пробы почвы оказались гипертоксичными.

При оценке токсичности проб почвенных вытяжек по всхожести *R. sativus* отмечено лишь незначительное подавление роста тест-объекта в пробах, собранных вблизи автомагистралей, т.е. токсичного и высокотоксичного действия не выявлено.

Для получения сопоставимых между собой результатов, нами был определен индекс токсичности почв (Кабилов, 1995) на основе всех зарегистрированных тест-реакций (см. рисунок).

Сравнительный анализ данных показал, что к участкам с явной выраженной токсичностью почвы относятся территории вблизи САЗ и 4-го жилучастка, вдоль автомагистралей Фрунзенского и Заводского районов (ИТФ < 0,50). К участкам с низкой токсичностью почв были отнесены территории Набережной Космонавтов и газоны на пересечении ул. Пензенской и пр. Энтузиастов, ул. Кутякова и ул. Горького, в районе городского парка (ИТФ = 0,71-0,90). В пределах нормы и по значению близко к контролю (ИТФ = 0,91) были показатели токсичности проб почвы возле памятника защитникам саратовского неба на ул. Чернышевского. Также большинство проб не оказывали острого токсического воздействия на тест-объекты (ИТФ = 0,50-0,71), но вызывали снижение их тест-функций по сравнению с контролем.



Таким образом, проведение комплексного биотестирования почв с помощью нескольких биотест-объектов с разной степенью чувствительности к экотоксикантам позволяет наиболее адекватно оценивать экологическую ситуацию и прогнозировать ее изменение на конкретных участках урбанизированных региональных территорий.

**Д.М. Турлибекова**

Орский гуманитарно-технологический институт (филиал)  
Оренбургского государственного университета

## **СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ ПАРКОВ ГОРОДА ОРСКА В 2010 ГОДУ**

Одна из важных проблем современной экологии – изучение загрязнения биосферы тяжелыми металлами (ТМ). Тяжелые металлы входят в состав токсичных соединений, которые поступают в окружающую среду в огромных количествах. Основная масса их формируется в почве за счет содержания в материнской породе. Однако наряду с естественным путем формирования депо тяжелых металлов в почве пополнение этих элементов происходит за счет деятельности человека [1]. Основными источниками техногенных аномалий тяжелых металлов и других микроэлементов в городских почвах являются промышленность, теплоэнергетика, автотранспорт и муниципальные отходы.

Целью данной работы явилось количественное определение тяжелых металлов в почвах парков города Орска.

В течение полевого сезона 2010 г. на территории города Орска в пределах Оренбургской области проводилось исследование почв парков города. Объектом изучения послужили стационарные участки: парки Железнодорожный (участок № 1), Северный (участок № 2), Металлургов (участок № 3), Машиностроителей (участок № 4). Участки отобраны с учетом их расположения по отношению к загрязняющим источникам.

На каждом участке было выделено по три точки, на каждой из которых были отобраны образцы. Глубина взятия образца составила 0-10 см и 30-40 см.

Химический анализ образцов почв по содержанию тяжелых металлов по генетическим горизонтам проводился в ООО «Научное производственное предприятие «ГИПРОЗЕМ» на приборе ААС «СПЕКТР-5-4».

Анализ результатов исследований показал превышение ПДК по содержанию солей тяжёлых металлов, относимых к первому и второму классу опасности.

В парке Северный превышение ПДК по содержанию солей тяжёлых металлов обнаружено по кадмию, свинцу, никелю и цинку. Максимальная концентрация кадмия составила 0,55 мг/кг (поверхностный слой), при ПДК = 0,3 мг/кг; свинца – 10,02 мг/кг при ПДК = 6,0 мг/кг; никеля – 5,35 мг/кг при ПДК = 4,0 мг/кг и цинка – 37,80 мг/кг при ПДК = 23,0 мг/кг. Превышений ПДК в подвижной форме по остальным исследуемым металлам не обнаружено.

Загрязнение почвы в подвижной форме никелем, медью, цинком, кадмием и кобальтом отмечено в парке Металлургов. Максимальная концентрация в подвижной форме никеля составила 243,77 мг/кг (поверхностный слой), при ПДК = 4,0 мг/кг; меди – 5,06 мг/кг при ПДК = 3,0 мг/кг; цинка – 39,46 мг/кг при ПДК = 23,0 мг/кг; кадмия – 0,72 мг/кг при ПДК = 0,3 мг/кг; кобальта – 10,25 мг/кг при ПДК = 5,0 мг/кг. По остальным элементам загрязнения не выявлено.

Загрязнение почвы в парке Машиностроителей не зафиксировано.

В парке Железнодорожный превышение ПДК по исследуемым элементам не обнаружено.

Загрязнение почвы солями тяжёлых металлов в 2010 году отмечено в пробах, отобранных в парках Северный и Металлургов.

Никель является основным загрязняющим веществом для города Орска. В парке Металлургов отмечено максимальное загрязнение, где оно составляло 61 ПДК. На данном участке также отмечались превышения ПДК в подвижной форме по меди – 1,7, цинку – 1,7, кадмию – в 2,4, кобальту – 2,05 раза.

В парках Машиностроителей и Железнодорожный не обнаружено превышений ПДК по исследуемым показателям.

Таким образом, парки Северный и Металлургов являются наиболее загрязненными тяжелыми металлами.

## Литература

1. Деревягин, С. С. Тяжелые металлы в черноземных почвах / С. С. Деревягин, В. И. Ефимова, И. Ф. Медведев // Сборник научных трудов ГНУ НИИСХ Юго-Востока (посвященный 135-летию со дня рождения Г.К. Мейстера и 100-летию Аркадакской опытной станции). Саратов, 2009. С. 226–234.
2. Технический отчет по мониторингу земель населённых пунктов и прилегающих к ним территорий. Оренбург: ООО «Научное производственное предприятие «ГИПРОЗЕМ», 2010. 145 с.

**Н.А. Угланов, Е.И. Тихомирова, С.В. Бобырев, Т.А. Маркина**

Саратовский государственный технический университет

**АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОЛОГИИ  
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ  
ВОДНОГО ОБЪЕКТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИЗМЕНЕНИЯ  
ЕГО КОНФИГУРАЦИИ**

В настоящее время наблюдается существенное и зачастую непредсказуемое изменение конфигурации многих водоёмов, начиная от Волгоградского водохранилища и кончая небольшими реками и озёрами в Заволжье. Причинами этого являются как глобальные изменения климата, так и хозяйственная деятельность населения и производств. При этом во всём регионе (как, впрочем, и во всём мире) значение водных и биологических ресурсов постоянно возрастает. Возрастает также и экологическая цена ошибок в планировании хозяйственной деятельности в связи с повышением мощности и стоимости производств. Таким образом, налицо увеличение экологических и экономических рисков при планировании и осуществлении хозяйственной деятельности человека в регионе.

В связи с этим встаёт вопрос о разработке методологии, позволяющей определять и оценивать процессы, вызванные изменениями конфигурации водного объекта и влияющие на его хозяйственное значение.

Технико-экономическое обоснование эффективности и экологической безопасности хозяйственной деятельности в условиях возрастания дефицита водных ресурсов наталкивается на сложности прогнозирования изменения показателей, характеризующих пригодность конкретного водоёма к использованию его ресурсов в различных видах деятельности. Изменение конфигурации водного зеркала объекта – наиболее легко обнаруживаемый и измеримый показатель. Измерение остальных характеристик может быть спрогнозировано, если известны математические зависимости и их взаимосвязи. Несмотря на то, что большинство из этих взаимосвязей в принципе хорошо изучено, решение задач прогнозирования для конкретного водоёма наталкивается на технические трудности. Для получения достоверного прогноза необходимо проведение модельных, в основном – компьютерных, экспериментов, что для отдельного предприятия, а особенно для предприятия малого бизнеса, в большинстве случаев невозможно.

Таким образом, проблема в прогнозировании хозяйственного значения водоёма заключается в отсутствии методик моделирования его развития как субъектам, так и хозяйствующим организациям которые,

осуществляя единую экологическую политику в регионе и координируя хозяйственную деятельность, могут передавать результаты прогнозирования изменения хозяйственных показателей водоёма или рекомендации, сделанные на их основе, предприятиям и субъектам, осуществляющим или планирующим хозяйственную деятельность в регионе.

Проблема разработки методики прогнозирования изменения хозяйственного значения водоёма носит информационно-технологический характер и может быть решена путём создания интегрированной информационной системы, включающей подсистемы, такие как:

1 – получение исходных данных (мониторинг показателей водных объектов региона);

2 – передача данных с места измерения на удалённый сервер, где производятся обработка и анализ;

3 – компьютерное моделирование, экспертное оценивание динамики водоёма как элемента региональной экосистемы;

4 – выработка предложений по бизнес-решениям, касающимся рационального использования водоёма.

Новизна предполагаемого решения заключается в комплексном подходе к решению проблемы моделирования состояния водных объектов региона. Комплексная модель к настоящему времени не создана из-за ещё недавнего отсутствия аппаратного и программного обеспечения, позволяющего сделать реализацию методик прогнозирования, с одной стороны достоверной и системной, учитывающей взаимосвязь экологических процессов в регионе, а с другой – настолько дешёвыми, чтобы стать доступными предприятиям среднего и малого бизнеса.

Регулярный мониторинг показателей состояния объектов водопользования ведут различные государственные структуры и частные организации. Существует статистика объёма ресурсов, водозабора и сброса сточных вод. Ведётся мониторинг изменения русла и глубин судоходной части рек. Отбираются в обязательном порядке пробы для химико-аналитической оценки качества воды в районах водозабора населённых пунктов. Несмотря на достоверность этих данных, всё же они либо неполноценны, либо их недостаточно для объёмного видения проблем и перспектив использования водоёма. Так, например, накопление донных отложений на протяжении всего водохранилища, является одной из характеристик, по которой судят о степени выработанности водоема за определённое время. Этот показатель выходит на первые позиции при оценке водоёма в период маловодья, когда донные отложения либо выходят на поверхность и разносятся ветром, либо поднимаются до слоя волновой турбулентности. В этом случае велика вероятность поднятия тяжёлых металлов и накопленных экотоксикантов до уровня водозабора и поступления их в центральное водоснабжение.

В этой связи актуальной является задача накопления данных о состоянии водных объектов и объединения их в общую систему прогнозирования, что имеет большую ценность для предполагаемого или уже существующего водопользователя. Необходимо также выявить закономерности между изменениями отдельных показателей и создать реалистичную компьютерную модель, позволяющую оценить варианты использования водоёма. Использование разработанной методологии позволит сэкономить финансовые затраты предприятий, а главное – сохранить такой наиболее ценный для населения ресурс как пригодная для питья пресная вода.

**С.Ж. Федорова**

Биолого-почвенный институт НАН КР, г.Бишкек, Кыргызстан

### **ЭКТОПАРАЗИТЫ ГРЫЗУНОВ г. БИШКЕКА КАК ИНДИКАТОРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ**

Экосистема есть совокупность взаимно дополняющих друг друга популяций растений, животных и других организмов, которые в единстве со средой обитания устойчиво воспроизводят в определенном объеме пространства Жизнь как таковую. Воспроизведение Жизни и условий для жизни – основная функция экосистем, которую они выполняют благодаря биоразнообразию как на таксономическом уровне, так и на экосистемном [6]. Обмен вещества и энергии в саморегулирующейся природной экосистеме изображается в виде т.н. экологической пирамиды, предполагающей наличие трех уровней, объединенных трофическими связями: продуцентов, консументов и редуцентов. Каждый из уровней представлен значительным разнообразием биологических видов, принадлежащих к различным типам и классам растительного и животного мира. Чем разнообразнее в видовом отношении биологическая составляющая, тем более самодостаточна экосистема и устойчива к стрессам. Экологическое равновесие обеспечивается долговременной эволюционной адаптацией видов друг к другу, ландшафту и климату.

Городская экосистема представляет собой пространственно ограниченную природно-техногенную систему, комплекс взаимосвязанных живых организмов и абиотических элементов, составляющих среду жизни человека, отвечающую его потребностям [1]. Главная особенность городских экосистем состоит в том, что в них нарушено экологическое равновесие. Городская экосистема гетеротрофна: основные источники энергии для обеспечения ее жизнедеятельности расположены за ее пределами. Человек, таким образом, здесь является не только основным

консументом, но и основным продуцентом (поставщиком органики в начало пищевых цепочек). В городе отсутствуют или подавляются человеком основные механизмы саморегуляции (хищники, паразиты и возбудители болезней), осуществляющие регуляцию биомассы в естественных экосистемах.

Первые города на Земле возникли более пяти тысячелетий назад. Наиболее древние и культурные из них в настоящее время представляют собой относительно равновесные экосистемы благодаря рациональным действиям населяющего их человеческого сообщества, чего нельзя сказать о городах развивающихся стран, к которым относится и Кыргызстан. Столица его, г. Бишкек, располагается в центре Чуйской долины, у подножия Киргизского хребта. На этом месте в VII-XII вв. находилось Пишпекское городище площадью около 30 кв.км. Застройка города домами европейского типа началась в конце XIX века и тогда численность населения его составляла около двух тыс. человек. Интенсивное освоение территории ведется с середины прошлого века. В 1980-е годы Бишкек представлял собой небольшой, уютный, чистый, зеленый город с развитой инфраструктурой и населением около 600 тыс. человек. Следствием политических и социально-экономических преобразований постсоветского периода явилась внутренняя и внешняя миграция населения. Безработица и ухудшение условий жизни сельчан способствовали перетеканию жителей отдаленных районов в столицу, в результате чего в настоящее время численность населения г. Бишкека превышает 1 млн. человек. Стихийная массовая застройка окраин города создала серьезные экологические проблемы. Уничтожены пригородные овощеводческие хозяйства, возникли проблемы с водоснабжением, энергоснабжением, утилизацией отходов. Поиски рабочих мест и средств к существованию привели к возникновению многочисленных стихийных рынков, базарчиков, павильончиков, автозаправочных станций и др. объектов, являющихся поставщиками бытового мусора и ухудшающих внешний облик города. В центре возводятся многоэтажные строения, нарушающие циркуляцию воздушных потоков, что вызывает накопление пыли, смога и повышение температуры воздуха. Площадь зеленых насаждений в городе неуклонно сокращается. Эти факторы, а также низкая культура населения способствуют загрязнению среды и в то же время ведут к появлению новых экологических ниш, где формируются своеобразные биоценозы. Изобилие корма в сочетании с разнообразием местообитаний обеспечивают популяциям некоторых видов неограниченные возможности для расселения. В городских условиях наиболее многочисленной группой позвоночных животных являются грызуны, которые наряду с их эктопаразитами могут служить индикаторами состояния окружающей среды.

Исследования фауны грызунов г. Бишкека и их эктопаразитов ведутся нами с 1995 года. Отловлено и осмотрено 2032 особи млекопитающих 12 видов, с которых снято 5386 экз. эктопаразитов 39 видов, принадлежащих к отрядам Parasitiformes (Ixodidae, Gamasina), Anoplura, Siphonaptera. Известно, что в естественных биотопах Чуйской долины на грызунах паразитируют 84 вида паразитических членистоногих [2-5].

В антропогенных, в том числе городских экосистемах считаем целесообразным выделять следующие экологические группировки грызунов: а) синантропы (эвсинантропы) – виды, обитающие в постройках человека, частично или полностью утратившие связи с естественными биотопами (домовая мышь, серая крыса); б) экзоантропы – факультативные синантропы из числа фоновых видов (серый хомячок, киргизская полевка, тамарисковая песчанка, лесная мышь); в) мизантропы – виды, избегающие жилья человека (желтый суслик, лесная соня, восточная слепушонка, ондатра).

В урбанизированной среде разнообразие и численность грызунов выше в массивах с одноэтажной застройкой и на окраинах, где встречаются экзо- и мизантропы. С возрастанием уровня урбанизации в выловах увеличивается доля серой крысы. Постоянный обмен эктопаразитами между основными группировками грызунов имеет важное эпидемиолого-эпизоотологическое значение.

Данные о структуре биоразнообразия эктопаразитов грызунов г. Бишкека в сравнении с естественными биотопами представлены в таблице.

Таксоны эктопаразитов	Чуйская долина			г. Бишкек		
	к-во видов	ИБ	ИО	к-во видов	ИБ	ИО
Anoplura	13	23.58	3.46	7	7.33	1.82
Siphonaptera	27	21.93	6.74	9	3.44	0.05
Ixodidae	5	37.62	4.08	4	19.45	1.52
Gamasina	32	51.25	4.37	19	29.86	1.11
Trombiculidae	7	23.40	4.92	-	-	-
Всего:	84			39		

Ядро сообществ эктопаразитов составляют иксодовые, гамазовые клещи, вши и блохи. Наиболее чувствительными к антропогенному воздействию оказались краснотелковые клещи: в городе они не обнаружены. Остальные группы членистоногих в городских условиях демонстрируют значительное снижение уровня биоразнообразия и относительной численности, что является одним из показателей экологического неблагополучия и несбалансированности экосистемы г. Бишкека.



## Литература

1. Кирженцев А.С. Экологическая альтернатива человека в биосфере и ноосфере // Экология 2000: экология и устойчивое развитие города. М.: РАМН, 2000. С.135-142.
2. Озерова Р.А. Вши насекомоядных и грызунов Токмакского охотхозяйства // Материалы 9-й Межреспуб. научной конф. молодых ученых. Фрунзе, 1988. С.221-223.
3. Федорова С.Ж., Транбаев Ж.М. Гамазовые клещи (Gamasina) грызунов естественных биотопов Чуйской долины // Паразитология, 2005.-Т.39.Вып.3. С.190-206.
4. Харадов А.В. Краснотелковые клещи диких животных Токмакского охотхозяйства // Материалы 9-й Межреспуб. науч. конф. молодых ученых. Фрунзе, 1988. С.227-229.
5. Чиров П.А., Бардзимашвили Э.А., Озерова Р.А. Особенности экологии иксодовых клещей (Ixodidae) на заповедной территории // Энтомологические и паразитологические исследования в Поволжье. Саратов, 2004. Вып.3. С.133-139.
6. Шукуров Э.Д., Шукуров Э.Э., Жусупбаева А.А. Функциональность экосистемного разнообразия // Исследования живой природы Кыргызстана. Бишкек, 2010. №1. С.65-70.

**Т.С. Хайбрахманов**

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ**

Попытки использовать космические снимки для изучения городских территорий предпринимались и раньше, но эффективность их применения ограничивалась недостаточно высоким пространственным разрешением. Все более широкое распространение космических снимков с пространственным разрешением лучше 5 м и интервалом съемки несколько дней (GeoEye-1, WorldView-2, Ikonos и др.), и даже каждый день (RapidEye), обеспечивает высокую оперативность получения данных. В связи с этим появилась возможность более широко использовать космические снимки для изучения и картографирования городских территорий.

На снимках сверхвысокого пространственного разрешения уверенно распознаются многие объекты городской застройки: отдельные здания, улицы и внутриквартальные проезды, железнодорожные пути и т.д. Свойства объектов и их функции удастся распознавать при использовании сочетания нескольких признаков, таких как форма, и размеры, особенности взаимного расположения, а также путем логических заключений. Этим объясняется преобладание визуального дешифрирования при функциональном зонировании городской территории. Карты

функциональных зон, создаваемые обычно при проектировании территории города, могут также служить основой для изучения экологической обстановки и создания экологических карт, поскольку распределение загрязнителей часто соотносится с функциональным типом застройки. Карта такого типа создана на территорию Восточного административного округа Москвы и служила основой для создания эколого-геохимических карт загрязнения городской среды. Функциональное зонирование территории ВАО Москвы проводилось в рамках проекта «МЕГАПОЛИС», целью которого является разработка интегрированных технологий для проведения оперативного и регулярного мониторинга состояния окружающей среды в крупных городах и городских агломерациях на основе аэрокосмических и наземных данных.

Распределение воздушного потока и переносимых загрязнителей в зоне жилой застройки зависит от высоты зданий, их преимущественной ориентировки и взаимного расположения (структуры застройки), а также от наличия источников загрязнения – объектов промышленности и транспорта. Использование космических снимков сверхвысокого разрешения позволяет получить довольно полную информацию для районирования городской территории по этим признакам.

Внутриквартальные зеленые насаждения являются важной частью экологического каркаса городской территории, и ограничение распространения воздушных загрязнителей – одна из их функций. В качестве характеристики степени озеленения жилой застройки можно использовать долю площади зеленых насаждений от площади квартала. Надежный способ получения этих данных – применение контролируемой классификации многозонального космического изображения, в результате которой можно также получить границы зеленых насаждений и водоемов на городской территории, выделить различные типы растительности в парковых зонах. Построение по многозональным снимкам карт вегетационного индекса NDVI позволяет также выделить участки с угнетенной, поврежденной растительностью вблизи источников загрязнения.

Космические снимки в тепловом диапазоне, в частности снимки со спутников Landsat 5 TM и Landsat 7 ETM+, несмотря на относительно низкое пространственное разрешение (соответственно 120 м и 60 м), также могут быть полезны при экологических исследованиях городской территории. В последние десятилетия некоторые промышленные предприятия-загрязнители выведены за пределы городов, а их территория используется не по назначению. Наложение изображения промышленных предприятий, полученное по снимкам и статистическим источникам, на результат квантования яркостей на снимке в тепловом ИК диапазоне позволяет выявить действующие промышленные предприятия по приуроченным к их местоположению «островам тепла».

Космические снимки позволяют создавать экологические карты различной тематики, отражающие связь между городской застройкой и распределением загрязнителей в воздушной среде, снежном и почвенном покрове.

**А.В. Хорькова, М.А. Субботин**

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

## **ДЕЙСТВИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ЗАМЕДЛЕННУЮ ФЛУОРЕСЦЕНЦИЮ РЯСКИ МАЛОЙ: ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ**

Водные экосистемы подвергаются загрязнению тяжелыми металлами в результате природных и техногенных процессов. Для контроля качества вод в основном применяют физико-химические и реже биологические методы. Между тем биологический контроль окружающей среды, включающий приемы биотестирования и биоиндикации, позволяет произвести комплексную оценку ее состояния, установить реальную опасность загрязнителей и прогнозировать последствия их воздействия на живые организмы.

При биотестировании токсичности вод в качестве тест-объекта широко применяется ряска малая (*Lemna minor* L.) благодаря ее способности интенсивно поглощать вещества поверхностью, соприкасающейся с водой. Среди загрязнителей биосферы тяжелые металлы относятся к числу приоритетных, что в значительной степени связано с биологической активностью многих из них, в частности с их способностью вызывать нарушения в структуре фотосинтетического аппарата.

Одним из методов определения физиологического состояния растительных тест-организмов, в частности активности фотосинтеза, является регистрация интенсивности замедленной флуоресценции хлорофилла. Применение данного метода позволяет значительно ускорить получение ответной реакции растительных объектов на действие токсикантов.

Повышение температуры водной среды может влиять на физиологические процессы, протекающие в клетках растений и, следовательно, на скорость поступления токсикантов в клетки. Поэтому целью данной работы явилось изучение влияния температуры на показатели замедленной флуоресценции ряски малой при действии ионов тяжелых металлов.

В качестве модельных токсикантов при исследовании влияния температуры воды на чувствительность к ионам тяжелых металлов

растения ряски малой выступали растворы сульфатов меди, цинка и никеля. Каждая проба выполнялась в трех повторностях, экспозиция проводилась в течение 24 часов при температурах 24, 28 и 32° С и круглосуточном освещении в устройстве для экспонирования тест-организмов УЭР-05, который обеспечивает одинаковые условия для всех проб. Регистрация показателей замедленной флуоресценции хлорофилла проводилась на флуориметре Фотон-10, разработанном в СФУ.

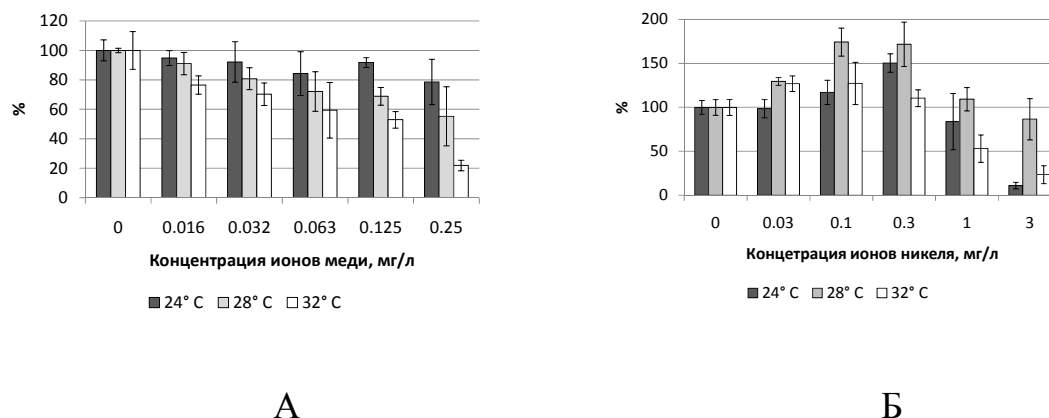


Рис. 1. Действие ионов меди (А) и никеля (Б) при различной температуре на ЗФн ряски малой (экспозиция 24 часа)

Было установлено, что чем выше температура, тем сильнее ингибирующее действие ионов меди на показатели замедленной флуоресценции, возбуждаемые светом высокой (ЗФв) и низкой (ЗФн) интенсивностей (рисунок). В то же время действие ионов цинка на ЗФ ряски не изменялось при различных температурах среды. Стимулирующее действие на ЗФн ионы никеля оказали в концентрациях до 0,3 мг/л, при этом наибольшая стимуляция наблюдалась при 28° С. Подавление интенсивности ЗФн наблюдалось при высоких концентрациях ионов никеля, при этом наибольший эффект отмечался при минимальной и максимальной температурах.

Таким образом, повышение температуры среды усиливает действие тяжелых металлов на ряску. При этом воздействие этих токсикантов, определяемое по замедленной флуоресценции, различно по степени и характеру, что, вероятно, обусловлено неодинаковым механизмом оказываемого токсического эффекта, а также различными физико-химическими свойствами самих металлов.

## **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ г.АРХАНГЕЛЬСКА**

Городская среда обитания – это особая экосистема, поскольку именно здесь антропогенное воздействие присутствует в наиболее концентрированном виде, что приводит к значительному загрязнению природной среды в целом и атмосферы, в частности. Попадая в атмосферу, техногенные поллютанты в виде газов и аэрозольных частиц с воздушными потоками от источников загрязнения распространяются на значительные расстояния, воздействуя на все объекты окружающей среды, в том числе и на человека. Атмосферные осадки, являясь производными воздушных масс, могут быть использованы в качестве индикатора загрязнения атмосферы. Экспериментальные наблюдения показывают, что вымывание аэрозольных частиц в сильной степени зависит от типа осадков. Установлено, что снежные хлопья являются более эффективными «мусорщиками», чем капли дождя. Осадки в виде снега в 3-4 раза эффективнее вымывают аэрозоли, чем дождь. Высокая очищающая способность плавающих снежных хлопьев обусловлена их большой поверхностью и медленным падением, что обеспечивает большее содержание примесей, чем в каплях [1].

В настоящее время спектр загрязняющих компонентов в атмосфере городов очень широк. Он определяется спецификой промышленных предприятий, сельского хозяйства, климатических условий, но наиболее значимая доля загрязнений поступает в атмосферу в результате сжигания различных видов топлива, увеличивая содержание таких компонентов как сульфаты, нитраты, сажа и т.д. [2,3,4,5-8]. Города северо-западного региона в этом смысле не являются исключением. Основные источники загрязнения в г. Архангельске – это предприятия теплоэнергетики, использующие уголь Печорского, Кузнецкого бассейнов (содержание серы составляет 4 и 0,3% соответственно) и топочный мазут (содержание серы 0,5-3,5% ГОСТ 10585-99); автотранспорт (содержание серы в бензинах не более 0,05% ГОСТ Р51105-97, в дизельном топливе не более 0,2% ГОСТ 305-82); предприятия АЦБК и СЦБК, содержащие в выбросах оксиды серы и меркаптаны; городские свалки [8,5].

При сжигании угля и нефтепродуктов сера, содержащаяся в них, окисляется, при этом образуются  $SO_2$  и  $SO_3$ . В процессе горения топлива до  $SO_3$  окисляется менее 3% серы. Оставшаяся часть превращается в  $SO_2$  – первичную форму, в которой сера поступает в атмосферу. Здесь  $SO_2$

постепенно окисляется кислородом воздуха до  $\text{SO}_3$ . В образовании серной кислоты из оксида серы в атмосфере участвуют радикалы  $\bullet\text{OH}$ , образующиеся в атмосфере за счёт фотолиза озона в ультрафиолетовых лучах в присутствии паров воды. Большая часть  $\text{SO}_2$  преобразуется в сульфаты и серную кислоту в течение нескольких дней после выброса в атмосферу и переносятся на большие расстояния, поэтому загрязнение, вызванное серосодержащими веществами, охватывает большие территории [2,3,9]. Скорость образования сульфатов увеличивается в случае присутствия в атмосфере частиц сажи. Оксиды серы сорбируются на твердых частицах с последующим превращением в сульфаты. Процесс сорбции включает быструю стадию адсорбции оксида серы IV на твердой поверхности и медленную стадию диффузии вглубь частицы. Превращению в сульфаты способствуют примеси металлов, степень увлажнения твердых частиц [3]. Источником соединений азота в атмосфере в зимний период является также процесс сжигания топлива. Количество образовавшегося  $\text{NO}_x$  в выбросах зависит не только от содержания примесей в топливе, но и от температуры в зоне сжигания. При сжигании одного и того же количества топлива на теплоэлектростанциях и в печах индивидуального отопления в первом случае вследствие более высокой температуры образуется  $\text{NO}_x$  значительно больше. Образовавшиеся оксиды азота, растворяясь в атмосферной влаге, образуют азотную и азотистую кислоты [2,3]. Замечено, что если в промышленных выбросах с оксидом серы (IV) соседствуют оксиды азота, то это усиливает смогообразование [6].

Для исследования атмосферных осадков пробы отбирали в конце марта 2010 года, к началу периода снеготаяния. Пробы были отобраны в черте г. Архангельска, на семи пробных площадях (ПП): 1 – железная дорога; 2 – перекресток улиц Воронина и Дачная; 3 – площадь Терехина; 4 – перекресток улиц Краснофлотская и Советская; 5 – перекресток улицы Галушина и проспекта Ленинградский; 6 – перекресток улицы Суворова и проспекта Троицкий; 7 – улица Гагарина, исходя из загруженности дорог автотранспортом. Пробы были отобраны ручным способом в семи пробных площадях, в дневное время, без использования стандартного осадкомера, в полиэтиленовые пакеты таким образом, чтобы объем одной пробы был не менее 2,5 л талой воды. Отобранные пробы снега находились в замороженном состоянии до момента проведения анализа [7].

В ходе исследований определяли как параметры, характеризующие снеговые выпадения в комплексе (удельная электропроводность, pH), так и частные характеристики (содержание сульфат-, нитрат-ионов, количество взвешенных частиц). Определение удельной электропроводности проводили кондуктометрическим методом на кондуктометре «Анион – 7020» в диапазоне 2–500 мкСм/см с относительной погрешностью, не превышающей  $\pm 10\%$ . Величина удельной электропроводности служит показателем

суммарной концентрации электролитов и используется в программах наблюдений для оценки состояния атмосферных осадков [10-13]. Метод определения рН на иономере марки И-160М основан на измерении разности потенциалов, возникающий на границах между внешней поверхностью стеклянной мембраны электрода и исследуемым раствором относительно хлорид-серебряного электрода сравнения. Методика предназначена для определения величины рН в пробах атмосферных осадков в диапазоне 2-10 рН. Относительная погрешность метода не превышает  $\pm 10\%$ . Определение сульфат-ионов проводили методом турбидиметрии с использованием 1% раствором желатина и раствором хлорида бария. Относительная погрешность составляет  $\pm 20\%$ . В основе методов лежит реакция образования сульфата бария [11]. Определения проводили на фотоэлектрокolorиметре марки КФК-2. Содержание взвешенных частиц определяли гравиметрическим методом с точностью  $\pm 0,0001$  г [11]. Определения нитрат-ионов осуществляли электрохимическим методом (прямая потенциометрия, иономер И-160М, нитрат-селективные электроды, относительная погрешность -  $\pm 10\%$  [8].

По полученным данным содержание сульфатов в снеге на пробных площадях находится в интервале 11,8-2,4 мг/л, что 4,2-20 раза меньше ПДК в воздухе (ПДК среднесуточная  $\text{SO}_4^{2-}$  в воздухе 50 мг/л) [9]; нитратов – 5,16-0,08 мг/л; содержание взвешенных частиц – 0,07620-0,02766 г/л; удельная электропроводность – 58,7-24,5 мкСм/см; рН – 6,858-5,490. Статистически значимой разницы физико-химических параметров снеговых осадков в пробах с разных площадей не выявлено, что по-видимому, связано с высокой миграционной способностью определяемых загрязняющих компонентов.

Работа по данной тематике проводится студентами старших курсов химических и химико-биологических специальностей вуза и является практическим модулем в формировании необходимых компетенций студентов данного профиля.

## Литература

1. Петренчук О.П. Экспериментальные исследования атмосферного аэрозоля. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. 218 с.
2. Бажин Н.И. Кислотные дожди // Соросовский образовательный журнал. 2001. №7 С. 49-52.
3. Богдановский Г.А. Химическая экология. М: МГУ, 1994. 237 с.
4. Мониторинг загрязнения атмосферы в городах / под. ред. Н.А.Зайцева Л: Гидрометеиздат, 1991. 112 с.
5. Состояние и охрана окружающей среды Архангельской области в 2003 году / под ред. В.Р.Кузнецова. Архангельск, 2003. 280 с.
6. Волынец В.Ф. Аналитическая химия азота. М.:Наука, 1977. 307 с.
7. Временные методические указания по отбору и первичной обработке проб снежного покрова для определения комплекса загрязняющих веществ при производстве сетевых снегосъемок. М.:Госкомгидромет, 1985. 52 с.

8. Демина Л.А. Ионметрия в неорганическом анализе. М.: Химия, 1991. 192с.
9. Защита атмосферы от промышленных загрязнений. Справочник в 2-х частях / Под ред. С.Калверта. М.:Металлургия,1988. 450 с.
10. Климат Архангельска / под ред. Ц.А. Швер, А.С. Егоровой. Л.: Гидрометеоиздат, 1982. С.35-43.
11. Методы анализа объектов окружающей среды. Новосибирск.: Наука, 1990. 144 с.
12. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест. Гигиенические нормативы. М.: Росстандарт, 1998. 69 с.
13. Руководство по контролю загрязнения атмосферы / под ред. И.С.Семёнова М.: Наука, 1991. 140 с.

**Н.Ф. Черноусова, О.В. Толкачев**

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

### **ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИИ И АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА НЕКОТОРЫЕ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ МАЛОЙ ЛЕСНОЙ МЫШИ (*A. URALENSIS* PALLAS, 1811)**

Для того чтобы оценить влияние аэротехногенного загрязнения рекреации на мелких млекопитающих лесных экосистем, были проведены отловы на четырех пробных участках соснового леса: два из которых расположены внутри крупного промышленного города (г. Екатеринбурга), а два – вне его. На первом участке ("Р– 3+") в силу заповедного режима действует только аэротехногенное загрязнение. На втором городском участке ("Р+ 3+" – лесопарк) выражены оба фактора: рекреация и загрязнение. Третий участок ("Р+ 3–"), на котором выражено рекреационное воздействие, но аэротехногенное загрязнение присутствует на уровне регионального фона, находится в 10 км от г. Екатеринбурга. Четвертый участок с аэротехногенным загрязнением на уровне фона ("Р– 3–"), расположенный также в 10 км от г. Екатеринбурга, имеет лишь слабые признаки рекреационного воздействия – контрольный. По оценкам лесоводов, все участки однотипные и однородные по основным таксационным характеристикам древостоев.

Нами были изучены показатели обилия и некоторые морфофизиологические признаки (индексы селезенки, печени и сердца), традиционно изучаемые у животных этой группы. Летом 2010 г. на участках отловлены 6 видов мелких млекопитающих, представленные разными сочетаниями видов в разных локалитетах (табл.1).



Таблица 1

Встречаемость каждого вида по локалитетам, в %

Вид \ Участок	"Р- 3+"	"Р+ 3+"	"Р+ 3-"	"Р- 3-"
<i>A. agrarius</i>	26,5	8,2	0,0	0,0
<i>A. uralensis</i>	<b>57,1</b>	<b>54,1</b>	<b>79,2</b>	<b>50,0</b>
<i>C. glareolus</i>	0,0	4,9	16,7	41,7
<i>C. rutilus</i>	0,0	0,0	0,0	8,3
<i>M. arvalis</i>	16,3	24,6	0,0	0,0
<i>S. araneus</i>	0,0	8,2	4,2	0,0
Всего животных, шт. на 300 л.-с.	49	61	24	12

Для исследования морфофизиологических показателей использованы данные по виду *A. uralensis* Pallas, 1811 наиболее массовому в наших отловах.

Значительно отличающиеся от средних значения индексов сердца и печени могут быть проявлениями физиологического стресса, возникающего в ответ на неблагоприятные условия. Например, повышение индексов сердца и печени, нарушающее правило рядов Гессе, говорит о наличии значительных энергетических трат, не связанных с теплообменом (Шварц и др., 1968). Увеличение индекса селезенки также принято считать неспецифическим индикатором неблагополучного состояния организма (Оленев, Пасичник, 2003). Отдельные половозрастные группы могут значительно отличаться как по экологическим особенностям, так и по морфофизиологическим характеристикам (Шварц и др., 1968). Однако на нашем материале мы не обнаружили достоверных различий между полами по исследуемым параметрам, возможно, в связи с небольшим сроком наблюдения, и соответственно, недостаточно объемным материалом. При сравнении объединенных выборок по каждому местообитанию удастся выявить некоторые тенденции (табл. 2).

Таблица 2

Морфофизиологические индексы некоторых органов *A. uralensis* (средние значения и статистические ошибки)

Участок	индекс печени	индекс сердца	индекс селезенки
"Р- 3+"	76,8±3,4 (N=27)	7,23±0,17 (N=28)	2,76±0,33 (N=28)
"Р+ 3+"	85,9±2,9 (N=38)	7,39±0,15 (N=38)	2,79±0,28 (N=37)
"Р+ 3-"	84,1±12,4 (N=2)	6,99±0,64 (N=2)	4,16±1,22 (N=2)
"Р- 3-"	72,3±8,8 (N=4)	6,35±0,45 (N=4)	2,50±0,86 (N=4)

\*В скобках приведены размеры выборок

Индексы сердца, печени *A. uralensis* из локалитета "Р+ З+" выше, чем у животных, отловленных в остальных местообитаниях. Обнаруженные различия достигают значимого уровня по индексу сердца при сравнении "Р+ З+" с "Р+ З–" ( $P=0,03$ ) и по индексу печени при сравнении "Р+ З+" с "Р– З+" ( $P=0,04$ ). Участки "Р+ З+" и "Р+ З–" различаются по наличию/отсутствию техногенного загрязнения, а "Р+ З+" с "Р– З" по рекреационному воздействию. Наименьшие значения индексов сердца, печени и селезенки были отмечены на участке "Р– З–" (который полностью лишен урбаногенной нагрузки), хотя эти отличия и не были значимыми. Вероятно, в данном случае проявляется некоторая тенденция в изменении морфофизиологических показателей в зависимости от антропогенной нагрузки.

Двухфакторный дисперсионный анализ позволил оценить вклад каждого фактора (рекреации и загрязнения), а также их сочетанное действие во влиянии на рассматриваемые индексы (табл. 3).

Оказалось, каждый фактор в отдельности не оказывает значимого влияния на рассматриваемые признаки, а их взаимодействие, напротив, значимо во всех случаях.

Таблица 3

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа  
влияния рекреации и загрязнения  
на индексы сердца, печени и селезенки *A. uralensis*

Параметры	SS	F	p
<b>Индекс сердца</b>			
Взаимодействие	1037	1263	0,000
Рекреация	0,18	0,21	0,645
Загрязнение	3,24	3,94	0,051
Ошибка	56		
<b>Индекс печени</b>			
Взаимодействие	131801	420	0,000
Рекреация	949	3,03	0,086
Загрязнение	229	0,73	0,395
Ошибка	21304		
<b>Индекс селезенки</b>			
Взаимодействие	185	62	0,000
Рекреация	0,16	0,05	0,817
Загрязнение	0,45	0,15	0,700
Ошибка	202		

По-видимому, увеличение значений индексов некоторых органов *A. uralensis* происходит в результате стресса, являющегося следствием кумулятивного эффекта рекреационного и аэротехногенного воздействия.

Итак, как на примере участка "Р+ З+" мы видим, что для мелких млекопитающих, обитающих в нижних ярусах под пологом леса, аэротехногенное воздействие не оказывает заметного отрицательного воздействия на численность их сообществ. Близость человеческого жилья и обилие в *лесопарке* мест с остатками пищевых отходов создают дополнительную кормовую базу для более высокого обилия по сравнению с другими локалитетами. Однако повышенные морфофизиологические показатели у животных этого участка могут свидетельствовать о компенсаторной реакции на стресс от сильного рекреационного воздействия на "Р+ З+".

Работа выполнена при финансовой поддержке программы интеграционных проектов УрО РАН № 09-И-4-2002

**А.В. Чернышев**

Ульяновский государственный университет

### **МЕТОДИКА ВЫДЕЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ ГРАНИЦ ВОДООХРАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕЧНЫХ ВОДОСБОРОВ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ**

Изучение экологической роли водоохранных территорий речных водосборов имеет большое значение для управления водными ресурсами: во-первых, лесные сообщества являются одним из важнейших звеньев влагооборота на водосборах и факторов его регулирования [3, 4, 7, 9, 14, 17], во-вторых, под влиянием различных лесохозяйственных мероприятий все функции леса резко [1, 5, 8, 9, 15, 16], в-третьих, без наличия полноценного экологического обоснования проектов охраны природы и рационального природопользования невозможно решить многие экологические проблемы затрагивающие всё большее количество людей, проживающих в современных городах [2, 6, 11, 12, 13 и др.].

Издавна люди селились по берегам рек и именно на их воды и прибрежные леса приходилась основная тяжесть антропогенной нагрузки. Бассейны рек высокого порядка являются сборными, то есть состоят из элементарных бассейнов впадающих в них малых рек. Сток с территории определенного бассейна зависит от многих показателей, важнейшим из которых является облесённость водосбора. Однако в современном мире невозможно обеспечить все бассейны рек лесной растительностью. Поэтому важным принципом устойчивого водопользования является выделение водоохранных лесных полос, способствующих переводу поверхностного стока во внутрипочвенный.

Существующее законодательство определяет размеры и границы водоохранных зон, а также режим их использования, однако оно не учитывает особенности стокоформирующих поверхностей (уклон, протяженность, гранулометрический состав почвы), отдельные звенья гидрографической сети – лощины, ложбины, балки, которые выполняют кольматирующую роль и также должны быть защищены стокопоглощающими полосами лесов водоохранных зон. Следовательно, для устойчивого управления водными ресурсами необходимо выделять рациональные границы водоохранных территорий, которые бы учитывали эти особенности.

В литературе, посвященной непосредственно принципам выделения запретных полос вдоль рек в защитных и водоохранных целях, существует немало работ посвященных непосредственно решению этого вопроса [2, 6, 11, 12, 13 и др.]. В ходе исследований мы пришли к выводу, что необходим комплексный подход при выделении рациональных границ водоохранных территорий речных водосборов, который бы учитывал особенности не только водосбора, климатических факторов, но и существующих на нем биотопов и влияющего на них антропогенного прессинга. Для этого нами был разработан комплекс сопряженных методов, позволяющий всесторонне изучить поставленную проблему.

Прежде всего, необходимо изучить экологическое состояние бассейнов малых рек – притоков главных рек региона. На этом этапе изучается влияние лесных экосистем на гидрологический режим водосбора путем определения площади лесов для всех элементарных бассейнов, при этом учитывается влияние болот, озер и прудов на гидрологический режим элементарных бассейнов. На втором этапе изучается экологическое состояние водоохранных лесов в бассейне изучаемой реки: производится описание лесов, их нарушенности и соответствия водоохранным критериям (разреженность древостоя, возраст, породный состав), описание почв, дается характеристика первичности или вторичности лесных ассоциаций. На третьем этапе производится расчет индексов благополучия элементарных водосборов. В расчет индекса благополучия включены такие показатели как площадь лесов водосбора, их экологическая нарушенность, степень влияния болот, озер и прудов, коэффициент увлажнения территории. Таким образом, данный показатель позволяет судить о состоянии элементарного водосбора – ключевом звене бассейна любой реки. Для выделения самих границ дается характеристика стокоформирующих комплексов малых водосборов бассейна изучаемой реки: определяются экспозиция и крутизна склонов, составляются карты землепользования на водосборе, почвенного покрова. В зависимости от индекса благополучия нами предлагается выделять границы водоохранных территорий индивидуально для каждого речного водосбора. Подобные границы будут наиболее рациональными, то есть отвечающими

требованиями устойчивого природопользования и благоразумного управления водными ресурсами территории.

Таким образом, полученная данным методом рациональная граница водоохранных территорий речных водосборов отвечает требованиям рационального природопользования, позволяет эффективно проводить работы по восстановлению водоохранных лесов, реставрации лесного фонда малых и средних рек, сохранению биоразнообразия сообществ живых организмов, что является залогом устойчивого водо- и лесопользования и экологической стабильности данной территории.

## Литература

1. Бизюкин В. В. Экологические условия на вырубках разной интенсивности // Мат-лы Всесозн. совещ. Красноярск, 1976. - С. 36-39.
2. Бяллович Ю. П. Расчеты нормативов ширины защитных лесных полос по берегам рек в равнинных районах УССР // Лесоводство и агролесомелиорация. - Киев, 1972. - Вып. 29.
3. Водогретский В.Е. Влияние агролесомелиорации на годовой сток. Л.: Гидрометеиздат, 1979.
4. Воейков А. И. Климаты земного шара, в особенности России. Изб. соч. М., 1948. Т.1. С. 163-728.
5. Горшенин Н. М. Влияние сплошных рубок на режим стока в горных условиях Карпат // Вестн. с-х. науки. 1959. № 11. С. 90-97.
6. Денисов А. К. Защитно-водоохранная роль прирусловых лесов. М., 1963.
7. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь. Докучаев В.В. Избр. труды. М. Изд-во АН СССР, 1949.
8. Жильцов А. С. Водоохранно-защитная роль хвойно-широколиственных лесов Южного Приморья // Гидрологическая роль лесных геосистем. Новосибирск: Наука, 1989. С. 97-101.
9. Крестовский О.И. Влияние вырубок и восстановления лесов на водность рек. Л.: Гидрометеиздат, 1986.
10. Крестовский О.И., Соколова Н.В. Весенний сток и потери талых вод в лесу и в поле // Труды ГГИ. 1980. Вып. 265. С. 32-60.
11. Молчанов А. А. Оптимальная лесистость. М.: Наука, 1966.
12. Побединский А.В. Запретные полосы вдоль горных рек и ведение хозяйства в них // Всесоюзн. совещ. по водоохранно-защитной роли горных лесов. Красноярск, 1975.
13. Рубцов М.В. Гидроморфологический метод в исследовании влияния леса на деформацию берегов рек // Защитно-водоохранные леса. М.: 1977. С. 27-36.
14. Рутковский В.И. Гидрологическая роль леса. М., Л.: Гослесбумиздат, 1949. 36 с.
15. Соболев С.С. Развитие эрозионных процессов на территории европейской части СССР и борьба с ними. М.: Изд-во АН СССР, 1948. Т. 1.
16. Соколовский Д. Л. О влиянии леса на режим речного стока И Известия АН СССР, серия географическая. 1958. № 3.
17. Федоров С.Ф. Исследование элементов водного баланса в лесной зоне европейской территории СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 264 с.

## **БИОИНДИКАТОРНОСТЬ ВОДОРΟΣЛЕЙ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРУДОВ ОЧИСТИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ г. БУХАРЫ**

При изучении водорослей биологических прудах очистительных сооружений г. Бухары в течение исследованного периода нами выявлено 357 таксонов водорослей относящихся к 85 родам, 38 семействам, 14 порядкам, 11 классам и 5 отделам. В результате наших исследований, нами выражены 220 таксонов сапробных водорослей. Здесь ведущее место занимают зеленые водоросли – 73 вида и разновидности, на втором месте синезеленые – 66, на третьем диатомовые – 59 и другие.

Изучение фитопланктона фитобентоса пруды г. Бухары позволило установить ее санитарное состояние. При этом использовалась шкала сапробных организмов Р. Кольквитца и М. Марсона (Kolkwitz end Marsson, 1508, 1909) с изменениями в том виде, как она изложена в работе Г.И. Долгова и Я.Я. Никитинского (1927). Принималась во внимание также новая книга Р. Колбквитца (Kolkwitz, 1950) по экологии сапробов.

По сапробности первое место занимает β-мезосапроб 84 видов и форм или 38,1%, из них сине-зеленые – 32, диатомовые – 12, эвгленовые – 10, зеленые – 30.

α – мезосапроб всего составляет 41 таксон, из которых первое место занимают зеленые водоросли – 14, затем сине-зеленые и диатомовые имеется по 10 видов, эвгленовые – 7.

Полисапробные – всего 36 видов и разновидностей, что составляет 16,3%. Здесь наибольшее количество составляют диатомовые водоросли 10, зеленые и эвгленовые составляет по 9 видов, сине-зеленые – 8.

Сапробные составляет – 28 видов водорослей, из них сине-зеленые – 8, диатомовые – 6, эвгленовые – 4, зеленые – 10.

Альфа-бета мезосапроб всего 21 таксон, сине-зеленые – 3, диатомовые – 6, эвгленовые – 5, зеленые – 7.

Мезосапроб всего 5 видов, из них диатомовые – 4, зеленые – 1.

Остальные сапробные, такие как олиго-бета-мезосапроб, альфа-мезосапроб, полисапроб, мезо-олигосапроб, олиго-мезосапроб и другие содержится по одному или два вида.

Сути по характеру показательных основных организмов фитопланктона и фитобентоса прудах в целом большинство несет бета-мезосапробные воды. Об этом, например, говорит факт интенсивного развития в составе наиболее распространенных бентосных биоценозов таких типичных бета-мезосапробов, как *Rhoicosphaena curvata*, *Gomphonema parvilura*. Широко распространены в бентосе и такие бета

мезосапробы, как *Melosira varians*, *Synedra ulna*, *Spirogyra porticalis* и другие. Постоянными компонентами бентосных группировок, относящимися также к представителям этой зоны сапробности, являлись *Navicula cryptocephala*, *Nitzschia palea*, *Gomphonema constrictum* var. *capitatum* и другие. Изучение планктона также указывает на β мезасапробный характер загрязнения воды. Так, на первом и втором пруде к числу доминирующих или наиболее распространенных форм принадлежали бета мезасапробы: *Trachelomonas volvocina*, *Colasium vesiculosum*, *Aphanizomenon flos aquae*, *Melosira granulata* и другие.

По характеру обитания водорослей биологических прудах очистительных сооружений г. Бухары можно разделить на планктонные, планктонно-бентосные и бентосные. К планктонным водорослям относятся 112 таксонов, из которых первое место занимают зеленые (53), затем сине-зеленые (22), эвгленовые (18), диатомовые (12), динофитовые (7).

Типично планктонным водорослям относятся *Merismopedia tenuissima*, *Microcystis aeruginosa*, *M. aeruginosa* f. *flos aquae*, *Coelosphaeium kuetzingianum* и другие из сине-зеленых; *Palmelloccus planctonica*, *Pediastrum duplex*, *P. simplex*, *Chlamidomonas monadina*, *Ch. globosa*, *Ankistrodesmus angustus* и многие другие из зеленых; *Melosira varians*, *M. islandica*, *Cyclotella kuetzingiana* и другие из диатомовых; *Euglena caudata*, *E. bucharica* и другие из эвгленовых; *Glenidinium borgei*, *Peridinium cinctum* и другие из диатомовых водорослей. Планктонно-бентосных относятся 166 таксонов, из которых сине-зеленые – 59, диатомовые – 52, эвгленовые – 12, зеленые – 40, динофитовые – 3 вида.

К планктонно-бентосным водорослям относятся *Gloeocapsa turgida*, *Anabaena variabilis*, *Oscillatoria brevis*, *O. limosa* и другие сине-зеленые; *Heleochoris pallida*, *Chaetopelis orbicularis*, *Botryococcus braunii*, *Cosmarium nauyi*, *Scenedesmus quadricauda* и т.д. из зеленых; *Diatoma vulgare*, *Rhiosphenia curvata*, *Anomoeoneis sphaerophora*, *Gyrosigma acuminatum*, *Navicula radiosa*, *Pinnularia gibba*, *Gomphonema olivaceum* и другие из диатомовых; *Eutreptia lonowii*, *Colasium vesiculosum* и другие из эвгленовых водорослей.

Обнаруженных водорослей только для бентоса характерны 79 видов и форм водорослей, из которых сине-зеленые – 24, диатомовые – 36, зеленые – 19.

Встречающиеся на очистных сооружениях биологических прудов г. Бухара планктонные, планктонно-бентосные и бентосные водоросли обнаружены также и в других водоемах Узбекистана, Средней Азии и странах СНГ. В очистных сооружениях биологических прудов содержатся Бухарские городские коммунально-бытовые и другие сточные воды.

Одним из важнейших факторов развития и распределения водорослей является общая минерализация воды. В зависимости от

минерализации воды водоросли можно распределить на пресноводные, пресноводно-солонатоводные, солонатоводные и соленые.

Соленость воды биологических прудах очистительных сооружений колеблется от 1580 до 2800 мг/л, т.е. от пресноводно-солонатоводных до солонатоводных.

При анализе отмеченных нами водорослей в биологических прудах очистительных сооружений по литературным данным (выпуск «Определители пресноводных водорослей СССР» 1951-1982 гг., «Определитель протококковых водорослей Средней Азии», 1987, 1988, «Определитель синезеленых водорослей Средней Азии», 1987, 1988 гг.) выяснилось, что из водорослей, обнаруженных в биологических прудах очистительных сооружений 60 видов и форм относятся пресноводным, из которых синезеленые – 13, диатомовые – 20, эвгленовые – 7, зеленые – 20.

К пресноводно-солонатоводным относятся 240 таксонов, из них синезеленые – 74, диатомовые – 62, динофитовые – 8, эвгленовые – 18, зеленые – 75. Из обнаруженных водорослей 57 видов являются солонатоводными, из которых синезеленые – 17, диатомовые – 15, динофитовые – 2, эвгленовые – 5, зеленые – 17 водорослей.

К пресноводным водорослям относятся: *Merismopedia tennissima*, *Culindrocapsa alatosporum*, *C. alatosporum f. bucharicum*, *Coelosphaerium kuetzingianum*, *Spirulina minima* и другие из синезеленых, *Melosira varians*, *M. granulata*, *Diatoma elongatum*, *Stephanodiscus hantzschii* и другие из диатомовых, *Euglena viridis*, *E. terricola*, *Phacus pleuronectus* и другие из эвгленовых, *Chlorella pyrenoidosa*, *Nautococcus grandis*, *Cruigenia quadrata* и другие из зеленых водорослей.

Из обнаруженных пресноводных водорослей первое место занимают диатомовые и зеленые водоросли. К пресноводно-солонатоводным относятся 240 видов и форм водорослей, из которых ведущее место занимают зеленые (75) и синезеленые (74), затем диатомовые (65), такими оказались *Merismopedia glauca*, *Microcystis aeruginosa*, *Gloecapsa magma*, *Gomphosphaeria apennina*, *Anabaena sphaerica*, *Oscillatoria brevis* и многое другое из синезеленых, *Melosira islandica*, *Diatoma vulgare*, *Synedra ulna*, *Diploneis pseudoovalis*, *Navicula radiosa* и др из диатомовых; *Trachelomonas volvocina*, *Euglena gracilis*, *E. velata*, *E. oxyuris*, *Phacus caudatus*, *Colacium vesiculosum* и другие из эвгленовых, *Glenodinium penardii*, *G. borgei*, *Peridinium cinctum* и другие из динофитовых; *Chodatella longiseta*, *Chlamydomonas globosa*, *Pediastrum boruanum*, *Scenedesmus acuminatus*, *Ankistrodesmus arcuatus* и другие, и зеленых водорослей.

Вода в биологических прудах очистительных сооружений имеет в основном пресноводно-солонатоводный и солонатоводный.



## **СЕКЦИЯ 2**

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**Е.В. Авдеева, К.В. Черникова**

ГОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет»,  
г. Красноярск

#### **СПЕЦИФИКА МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ЛАНДШАФТОВ**

Климатические условия крупных городов и окружающих их территорий значительно различаются. При этом взаимодействия метеоклиматических факторов и градостроительных ситуаций создают условия, как способствующие, так и препятствующие техногенному загрязнению среды и воздействию на живые организмы (таблица). Поэтому при современном уровне техногенного развития городское зеленое строительство должно вестись с учетом особенностей изменения метеорологического режима и его влияния на рост растений в городе.

Одной из особенностей городского климата является возникновение «островов тепла», которые характеризуются повышенным по сравнению с загородной местностью температурным режимом. Красноярск является крупным промышленным центром, на территории которого интенсивно проявляется данное явление. Сложившиеся различия в температурно-влажностном режиме накладывают отпечаток на распределение атмосферных явлений. Над городом усиливается процесс облакообразования, увеличивается количество выпадающих осадков и ливневых дождей. Образование и повторяемость туманов в 1,5-2 раза больше, чем в пригороде, особенно в зимнее время (в Красноярске составляет 141 час). В Красноярске этому способствуют незамерзающая река Енисей (после строительства ГЭС), слабый ветер и высокие концентрации примесей в городском воздухе. Загрязнения атмосферы города увеличивают ее мутность, образование туманов типа смога, снижают продолжительность солнечного сияния по сравнению с пригородом на 500 часов.

С распределением атмосферного давления и его сезонными изменениями непосредственно связан режим ветра. Для Красноярска характерна однородность режима ветра в течение всего года. На скорость ветра у земли влияет турбулентное перемешивание воздуха, которое возрастает летом в дневные часы, в результате чего скорость ветра увеличивается. В ночное время летом и большую часть суток зимой наблюдается инверсия температуры и резкое уменьшение скорости ветра.

В городе направление реки Енисей совпадает с преобладающим направлением ветра, что способствует проветриванию территории. Поднимающийся вверх более теплый воздух заменяется внизу более холодным, притекающим с окраин, возникает система воздушных течений циклонического характера.

В годовом ходе минимум скорости ветра в Красноярске приходится на лето, когда преобладают процессы трансформации воздушных масс, ослабевает циклоническая деятельность. Город расположен в местности с высоким метеорологическим потенциалом загрязнения атмосферы, в среднем фиксируется от 50 до 80 дней с метеоусловиями, способствующих накоплению загрязняющих веществ в атмосфере. Наибольшие скорости ветра приходятся на месяцы с усиленной циклонической деятельностью: апрель, май, октябрь и ноябрь. В период продолжительных циклонов скорости ветра возрастают, отдельные порывы достигают 30 м/с. В городе отчетливо проявляется суточный ход, в котором максимум наблюдается днем, минимум – в утреннее и ночное время.

Сильные ветры в Красноярске со скоростью 15 м/с и более, наблюдаются в течение всего года (до 30 дней). Шквалы (усиление ветра более 36 м/с) сопровождаются грозами, иногда – выпадением крупного града, создают травмоопасную ситуацию, приводят к повреждениям деревьев, снижая их декоративность. Параллельность направления господствующих ветров магистралям города и долине реки Енисей усиливает скоростные характеристики ветра до 30%, увеличивая запыленность на примагистральных пространствах.

К факторам, влияющим на создание комфортных условий в городе Красноярске, относятся климатические (температура, влажность, ветер), орографические (горный рельеф, инверсии, котловинность), техногенные воздействия и эстетические качества среды. На основании анализа физико-гигиенических параметров территорий (по данным мтс. Красноярск-город) проведена биоклиматическая оценка и определен баланс погодных условий городской среды Красноярска [1, 2].

Установлено, что комфортные погодные условия составляют 1 месяц и 1 неделю в году, благоприятные (теплые и прохладные) – 34%, или около 3 месяцев. В остальной период времени (примерно 7,5 месяца) в условиях города необходимо создание как «охлаждающего эффекта» в летнее время, так и снижение дискомфортных условий в холодный период года. Необходимо отметить, что под воздействием техногенных факторов в летний период наблюдается повышение температуры воздуха на 2...4<sup>0</sup>С за счет выделения дополнительного тепла от зданий и твердых покрытий, что в отдельных районах переводит жаркую погоду в перегревную, дополнительно снижающую микроклиматическую комфортность в городе.

# Взаимодействия метеоклиматических характеристик и урбанизированной среды

Метеоусловия	Способствующие загрязнению среды	Препятствующие загрязнению среды
Осадки	Выпадение «кислотных» осадков – дождей, снега – из-за растворения в них кислотообразующих промышленных и транспортных выбросов ( $\text{SO}_2$ , $\text{NO}_x$ , $\text{HCl}$ и др.)	Способствуют очищению атмосферы от загрязнений
Ветровые условия	Штиль способствует застаиванию воздуха в зонах загрязнения. Его наибольшая повторяемость – во время активной вегетации растений в утренние часы. Пасмурная погода + повышенная влажность воздуха во время штиля определяют возможность острых отравлений ассимиляционного аппарата растений	Средние скорости ветра 3...4,5 м/с, способствуют рассеиванию загрязнений, относительной проветриваемости территорий и горизонтальной миграции поллютантов.
Влажность воздуха	Влажность воздуха и режим его перемещения в приземных слоях атмосферы являются наиболее значимыми факторами трансформации и перераспределения промышленных поллютантов в пространстве. От направления и силы ветров зависит расстояние переноса загрязнений в горизонтальном направлении и их концентрация у поверхности, в кронах деревьев и в подпологовом пространстве, время воздействия их на растительные организмы и экосистемы.	
Относительная влажность воздуха	При высокой (более 80%) относительной влажности во время вегетационного периода отсутствуют восходящие потоки воздуха, промышленные газы рассеиваются медленно, загрязнители (окислы) частично преобразуются в кислоты	
Влажность воздуха + штилевые скорости ветра	Максимальная влажность воздуха в приземном слое наблюдается через 1-2 часа после восхода солнца. В это время испаряется выпавшая в ночной период влага и активизируется процесс фотосинтеза. При штилевых скоростях ветра данное явление приводит к повышенному воздействию загрязнений на растения.	
Пасмурная погода	Вертикальное перемешивание воздуха снижается из-за отсутствия восходящих потоков. Дымовые газы опускаются в приземный слой воздуха на меньших расстояниях от источника	
Туманы	Особенно при штилях способствуют появлению и длительному воздействию загрязняющих аэрозолей на близком расстоянии от источника выбросов, образованию смогов.	

Анализ микроклиматических условий диктует необходимость оптимизации городской среды с целью создания благоприятных для

человека экологических условий. В сложившейся обстановке именно озелененные территории при рациональной организации способны существенно влиять на показатели качества окружающей среды.

### Литература

1. Авдеева Е.В. Рост и индикаторная роль древесных растений в урбанизированной среде Красноярск: СибГТУ, 2007. 382 с.
2. Хлебович И.А. Медико-географическая оценка природных комплексов Л.: Наука, 1972. 142 с.

**<sup>1</sup>Т.А. Адамович, <sup>1,2</sup>С.Г. Скугорева**

<sup>1</sup>Вятский государственный гуманитарный университет, г. Киров

<sup>2</sup>Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

### **СОДЕРЖАНИЕ НИТРАТОВ И НИТРИТОВ В РАСТЕНИЯХ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ КИРОВО-ЧЕПЕЦКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА**

«Завод минеральных удобрений Кирово-Чепецкого химического комбината» (ЗМУ КЧХК) – одно из крупнейших предприятий химической промышленности в Кировской области, производящее аммиак, азотную кислоту, аммиачную селитру и другие минеральные удобрения.

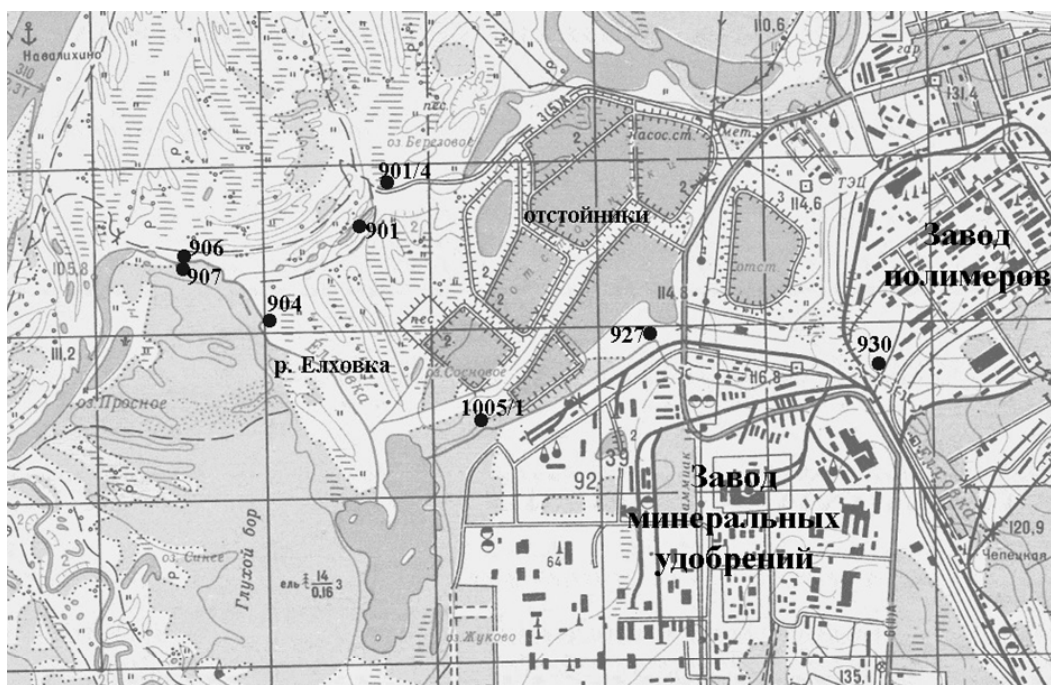
При производстве нитрата аммония происходит выброс в атмосферу паров, содержащих аммиачную селитру; при производстве азотной кислоты возможно загрязнение оксидами азота отходящих газов. Большой вклад в загрязнение соединениями азота вносят водные объекты, расположенные в непосредственной близости от шламонакопителя отходов производства ЗМУ КЧХК [2]. Во время половодья происходит интенсивное загрязнение почв вследствие их подтопления паводковыми водами. Растительные организмы способны поглощать из почвы в больших количествах соединения азота, который является основным элементом питания растений. Известно, что некоторые растения, такие как крапива двудомная, сныть обыкновенная, малина обыкновенная и др., являются нитрофилами. Они хорошо растут на почвах, достаточно богатых усвояемыми соединениями азота, в основном нитратами [3].

Цель работы – дать оценку содержания нитратов и нитритов в растениях в зоне влияния Завода минеральных удобрений Кирово-Чепецкого химического комбината.

Концентрацию нитритов в растениях определяли методом фотометрии, нитратов – потенциометрическим методом (ГОСТ 13496.19–93) [1]. При выборе участков для характеристики распределения загрязняющих веществ в почве и растениях учитывали факт

приуроченности загрязнения к водным объектам. Таким образом, в зоне влияния КЧХК нами было выбрано 8 участков (рисунок).

Участок № 930 располагался вблизи родника, просачивающегося с территории Завода полимеров в р. Елховку, №927 – рядом с дренажной канавой у хранилища РАО №205, №1005/1 – на берегу болота у третьей секции хранилища отходов. Точка №904 находится вблизи р. Елховки в среднем ее течении, №906 и 907 представляют заиленное русло и старое русло р. Елховки. Кроме того, образцы почв и растений отбирали у оз. Бобрового (№901) и карьера данного озера (№901/4). Данные водные объекты расположены вблизи шламонакопителя отходов КЧХК. Образцы почвы отбирали в корнеобитаемом слое на глубине 0–10 (15) см, образец растений составляли из 20–60 индивидуальных растительных проб. У травянистых растений отбирали надземную часть, у черемухи обыкновенной – листья.



Карта-схема расположения точек отбора проб почв и растений на территории вблизи КЧХК

Содержание нитратов в почвах изменялось в пределах от 2,5 до 888 мг/кг. Наибольшее значение зарегистрировано в почве участка, расположенного на берегу карьера оз. Бобрового (901/4) и составило 888 мг/кг, что превышает ПДК нитратов для почв в 6,8 раза. Минимальная концентрация нитратов определена в почве участков № 906 (2,5 мг/кг).

Выявлено, что содержание нитратов в растениях составило от 0,6 до 16,8 г/кг, что выше концентрации в почве на 2 порядка (таблица). Максимальное содержание нитратов в растениях было отмечено на участках, расположенных вблизи оз. Бобровое, р. Елховка (907, 906).

Содержание нитритов в образцах растений характеризовалось более низкими значениями и варьировало от 2,5 до 75 мг/кг. Максимальные значения концентрации также были отмечены для участков №907 и 927. Наибольшей накопительной способностью по отношению к нитратам и нитритам обладают растения крапивы двудомной и двукисточника.

Содержание нитратов и нитритов в растениях

№ участка	Вид растения	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , г/кг	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/кг
1005/1	Марь белая	4,32±0,59	5±1
	Полынь обыкновенная	0,98±0,13	14±3
904	Черемуха обыкновенная	0,31±0,04	<2,5
	Двукисточник	1,55±0,20	6±1
	Крапива двудомная	7,77±0,52	17±3
906	Крапива двудомная	13,5±1,8	40±6
	Черемуха обыкновенная	5,13±0,67	3±1
	Двукисточник	3,68±0,35	11±2
907	Крапива двудомная	16,0±2,1	>75
	Двукисточник	6,03±0,79	5±1
	Черемуха обыкновенная	4,58±0,61	<2,5
927	Крапива двудомная	4,62±0,60	75±12
	Марь белая	11,5±1,5	15±3
930	Полынь обыкновенная	0,91±0,07	18±3
901/4	Крапива двудомная	0,60±0,08	18±3
	Двукисточник	8,04±1,06	10±2
901	Двукисточник	16,8±2,2	8±2
	Черемуха обыкновенная	1,64±0,22	<2,5

Для сравнения аккумулирующей способности растений были рассчитаны коэффициенты накопления. Установлено, что при невысокой концентрации нитратов в почве их аккумуляция растениями значительно возрастает. Так, на участке №906, почва которого характеризуется самыми низкими значениями содержания нитратов, коэффициент накопления растениями максимален (1500–5400). На участке № 901/4 с максимальным содержанием нитратов в почве коэффициенты накопления растениями были невысоки (0,7–9).

Таким образом, содержание нитратов в растениях было на один-два порядка выше, чем в почве. Максимальные содержания нитратов в растениях были отмечены на участках, расположенных вблизи водных объектов рядом с шламонакопителем отходов КЧХК. Наибольшей способностью к аккумуляции нитратов и нитритов обладают растения крапивы двудомной и двукисточника. Расчет коэффициентов накопления растениями показал, что при низкой концентрации нитратов в почве их аккумуляция растениями высока.

*Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук № МК–7588.2010.5.*

## Литература

1. ГОСТ 13496.19–93 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания нитратов и нитритов. Введен 1995-01-01. Минск: Международный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2007. 20 с.
2. Использование метода локализованных диаграмм для оценки загрязнения нитратом аммония водных объектов в районе КЧХК / С.Г. Скугорева, Т.А. Адамович, Г.Я. Кантор, А.В. Измestьева // Современные проблемы биомониторинга и биоиндикации: сб. матер. Всерос. науч.-практ. конф. Киров: Изд-во ООО «Лобань», 2010. С. 207–2010.
3. Якушкина Н.И. Физиология растений: учеб. пособие М.: Просвещение, 1980. 303 с.

**Р.А. Алыбаева**

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы

### **СКРИНИНГ ГЕНОТИПОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ МЕТАЛЛОУСТОЙЧИВЫХ ФОРМ**

Усть-Каменогорск характеризуется наличием большого числа техногенных загрязнителей, среди которых лидирующая роль принадлежит тяжелым металлам. Исследование накопления тяжелых металлов различными генотипами сельскохозяйственных культур в техногенных агроценозах представляет большой интерес. Выявление доноров для селекции на металлоустойчивость может помочь решить проблему получения чистого урожая на загрязненных тяжелыми металлами почвах, что и явилось предпосылкой для проведения данного исследования.

Объектом исследования явилась пшеница, которая широко возделывается в Восточно-Казахстанском регионе. Исследовались генотипы озимой пшеницы из коллекции ВКНИСХИ. Эксперименты были выполнены на 14-суточных проростках различных генотипов озимой пшеницы: Мироновская 808, Минг-2, Сибинка, Булава, Комсомольская 56, выращенных на питательной смеси, содержащей 0,4 мМ  $\text{CaCl}_2$ , ионы  $\text{Cd}$  в концентрации 30 и 60 мг/л (в виде соли  $\text{CdCl}_2$ ) или ионы  $\text{Cu}$  в концентрации 30 и 60 мг/л (в виде соли  $\text{CuSO}_4$ ). Растения выращивали 14 дней в факторостатных условиях. Измерение биометрических показателей проводилось по общепринятым методам. Индекс толерантности определяли по Уилкинсу (1).

Известно, что способность к поглощению, накоплению, и использованию химических элементов у растений генетически детерминирована (2). Исследованиями Гамзиковой О.И. с сотрудниками выявлена значительная вариабельность устойчивости *Triticum* к тяжелым

металлам на видовом и сортовом уровнях. На основании материала, полученного при скрининге генофонда пшеницы и использовании генетических моделей авторы развивают представления о возможности управления признаками эдафической устойчивости селекционным методом (3,4).

Наши исследования влияния кадмия и меди на ростовые параметры проростков пшеницы показало, что ионы кадмия и меди подавляют рост растений. Увеличение концентрации металла усиливало ингибирующее действие его на рост растений (рис. 1, 2).

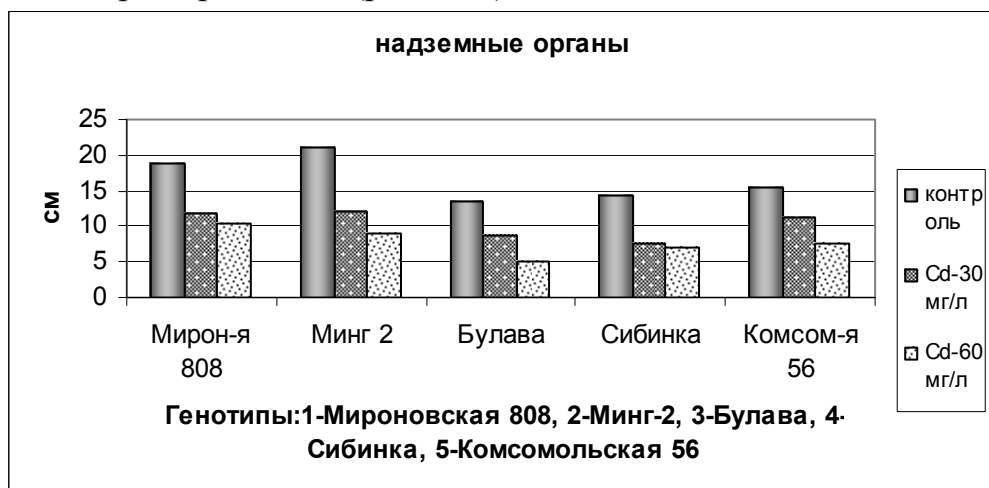


Рис. 1. Рост надземных органов различных генотипов озимой пшеницы при внесении в среду питания соли кадмия в концентрации 30 и 60 мг/кг

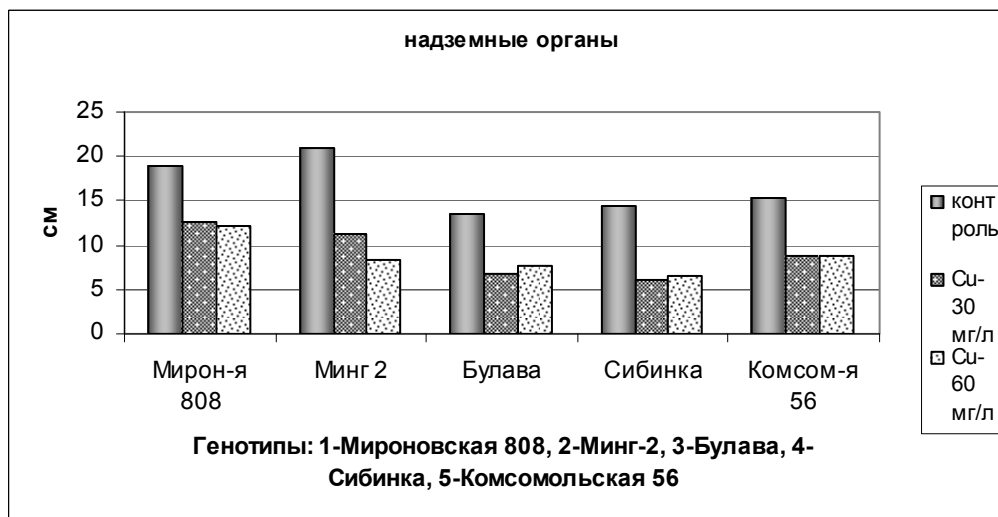


Рис. 2. Рост надземных органов различных генотипов озимой пшеницы при внесении в среду питания соли меди в концентрации 30 и 60 мг/л.

Судя по росту надземных органов, наиболее устойчивыми к действию кадмия оказались генотипы: Мироновская 808, Минг-2, Комсомольская 56 (рис. 1). У этих генотипов рост надземных органов ингибируется в меньшей степени, чем у остальных генотипов и при низкой концентрации и высокой концентрации кадмия в среде выращивания. Наиболее



неустойчивым к неблагоприятному действию кадмия оказались генотипы Сибинка и Булава. У сорта Булава рост надземных органов значительно тормозится при действии высокой концентрации кадмия.

По результатам исследования роста корней и индекса толерантности можно выделить генотипы Мироновская 808, Минг-2, Комсомольская 56 как генотипы с наиболее устойчивой корневой системой к неблагоприятному действию кадмия. Коэффициент Уилкинса или индекс толерантности наибольший при низкой концентрации кадмия у сортов озимой пшеницы Мироновская 808, Булава, Минг-2, наименьшие – у генотипов Сибинка и Комсомольская 56. При высокой концентрации кадмия наибольший коэффициент Уилкинса у генотипов Мироновская 808, Минг-2, Комсомольская 56.

Судя по росту надземных органов, наиболее устойчивыми к действию меди оказались генотипы: Мироновская 808, Комсомольская 56, Минг-2 (рис. 2). У этих генотипов рост надземных органов ингибируется в меньшей степени, чем у остальных генотипов и при низкой концентрации и высокой концентрации кадмия в среде выращивания. Менее устойчивым к неблагоприятному действию меди оказались генотипы: Сибинка и Булава.

По результатам исследования роста корней и индекса толерантности можно выделить генотипы: Мироновская 808, Минг-2 как генотипы с наиболее устойчивой корневой системой к неблагоприятному действию меди. Коэффициент Уилкинса или индекс толерантности наибольший при низкой концентрации меди у сортов Мироновская 808, Минг-2 и Комсомольская 56, средний у генотипа Булава, наименьший сорта Сибинка. При высокой концентрации меди наибольший коэффициент Уилкинса у генотипов Мироновская 808, Минг-2. Наименьшие у генотипов Сибинка и Комсомольская 56.

Таким образом, по отношению к действию обоих изучаемых тяжелых металлов можно сделать вывод, что генотипы Мироновская 808, Минг-2 имеют наибольшую корневую устойчивость, а генотипы Мироновская 808, Минг-2, Комсомольская 56 устойчивы к транслокации кадмия и меди в надземные органы.

## Литература

1. Wilkins D.S. The measurement of tolerance to edaphic factors by means of root growth // *New Phytol.* 1978, V. 80. №3. P. 623-633.
2. Гамзикова О.И., Барсукова В.С. Потенциал пшеницы по устойчивости к тяжелым металлам // *Сиб. эколог. журн.* 1994. № 3. С. 245-251.
3. Гамзикова О.И. Генетический потенциал пшеницы по устойчивости к тяжелым металлам // *Наука агропром. комплексу Сибири: Матер. общ. собр. и науч. сесс. СО РАСХН, Абакан, 1-3 авг. 1996. Новосибирск. 1996. С. 32-34.*

4. Гамзикова О.И. Использование генофонда высших растений – эффективный подход к решению экологических проблем // Генет. ресурсы и эффектив. методы создания нов. селекц. матер. с.-х. раст.: Тез.докл. генет.-селекц. шк., Новосибирск, 12-17 дек. 1994. - Новосибирск. 1994. С.13-14.

**Р.А. Алыбаева, С.С. Кенжебаева**

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы

## **ИССЛЕДОВАНИЕ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СЕМЕНАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ТЕХНОГЕННОМ АГРОЦЕНОЗЕ**

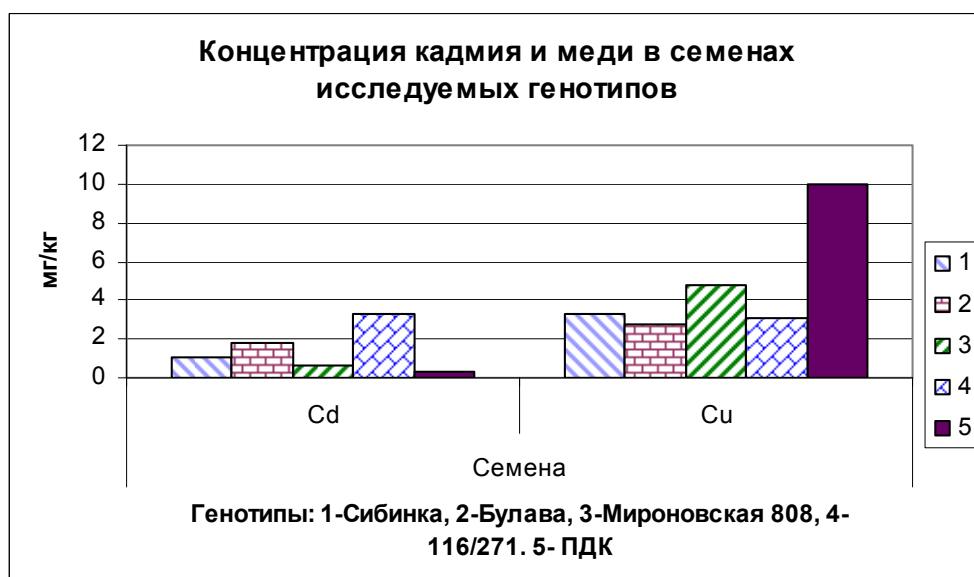
Усть-Каменогорск характеризуется наличием большого числа техногенных загрязнителей, среди которых лидирующая роль принадлежит тяжелым металлам. В связи с этим вопросы мониторинга загрязнения объектов окружающей природной среды тяжелыми металлами остаются актуальными, что и явилось предпосылкой для проведения данного исследования. Ранее проведенное изучение почвенного покрова в зоне Усть-Каменогорска показало, что в почве накапливается значительное количество тяжелых металлов [2]. Поэтому, на наш взгляд, наиболее острой проблемой, решение которой имеет практическое значение, является загрязнение тяжелыми металлами агроценозов вблизи города. В связи с этим были исследованы различные сорта озимой пшеницы, важной сельскохозяйственной культуры, для выявления накопления исследуемых металлов в товарной части растений, используемой в производстве.

Были исследованы различные сорта озимой пшеницы, важной сельскохозяйственной культуры, для выявления металлоустойчивых видов с целью их дальнейшего использования в экологически чистом производстве и селекционном процессе. Исследовались генотипы озимой пшеницы из коллекции ВКНИСХИ. Эксперименты были выполнены в полевых условиях естественного загрязнения почвы кадмием и медью, которые являются приоритетными загрязнителями почвы Восточно-Казахстанской области [1]. Эксперименты проводились с целью оценки накопления исследуемых металлов в семенах пшеницы в условиях загрязнения почвы. Определялось содержание кадмия и меди в земле прикорневой зоны растений пшеницы для оценки уровня загрязнения почвы и содержание этих тяжелых металлов в семенах различных сортов для оценки биологического накопления. Растения выращивались на экспериментальных участках п. Опытное поле (пригород Усть-Каменогорска) ВКНИСХИ. В эксперименте изучались сорта озимой пшеницы их коллекции ВКНИСХИ: Сибинка, Булава, Мироновская 808, 116/271. Кадмий и медь определяли методом атомной абсорбции с

атомизацией в пламени и графитовой печи на приборе AAnalyst 300 фирмы «Perkin Elmer» [2]. Одной из характеристик, отражающих уровень накопления тяжелых металлов культурами, является коэффициент биологического накопления (отношение концентрации элемента в растительной продукции к концентрации в почве), поэтому определялся также этот показатель [3].

Исследование содержания тяжелых металлов в прикорневой зоне генотипов озимой пшеницы показало, что по отношению к ПДК наблюдается превышение концентрации, как меди, так и кадмия. По отношению к региональному кларковому содержанию этих элементов в почвах Восточного Казахстана не наблюдается превышение по меди, но наблюдается по кадмию.

Исследование содержания кадмия и меди в семенах различных генотипов показало разное накопление этих тяжелых металлов в них (рисунок).



Содержание кадмия и меди в семенах исследуемых генотипов (мг/кг)

Установленное нами содержание меди в семенах озимой пшеницы не превышает ПДК для зерна ни в одном варианте опыта. Содержание же кадмия превышает ПДК во всех вариантах опыта. По мнению некоторых исследователей, уровень тяжелого металла кадмия в продуктах питания является проблемой продовольственной безопасности. Сокращение кадмия в зерне является одним из приоритетов программ селекции [4].

Показателем степени накопления элементов растениями является коэффициент биологического (КБН). В случае кадмия наименьший коэффициент биологического накопления наблюдается в варианте с генотипом Мироновская 808 (таблица).

Коэффициент биологического накопления (КБН) кадмия и меди  
у исследуемых генотипов озимой пшеницы

КБН	Исследуемые генотипы			
	Сибинка	Булава	Мироновская 808	116/271
Cd	0,80	1,80	0,47	2,79
Cu	0,11	0,09	0,16	0,10

Результаты по биологическому накоплению исследуемых металлов показали, что медь мало накапливается в репродуктивных органах пшеницы. Такие же результаты были получены в исследованиях других авторов [5].

Таким образом, проведенные исследования показали, что особое внимание в последующем изучении металлоустойчивости озимой пшеницы нужно уделить накоплению кадмия в семенах пшеницы, так как кадмий токсичный элемент для живых организмов и, накапливаясь в семенах пшеницы, может передаваться по пищевой цепи и представлять угрозу здоровью людей. Необходимо дальнейшее исследование Мироновской 808 как сорта, имеющего наиболее низкий КБН кадмия в семенах по сравнению с другими изученными в данной работе формами, а также расширить круг изучаемых генотипов озимой пшеницы как возможных доноров устойчивости к накоплению кадмия.

### Литература

1. Оценка накопления тяжелых металлов в природных средах Усть-Каменогорского промышленного центра и металлоустойчивости генотипов пшеницы / Р.А. Алыбаева, Г.Д. Беркибаев, Г.Ж. Билялова, А.Н. Кожахметова // Биологическое разнообразие и устойчивое развитие природы и общества: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию КазНУ им. аль-Фараби и биологического факультета, 12-13 мая 2009 г. Алматы: Изд-во КазНУ. 2009. С. 132-135.
2. Беркинбаев Г.Д., Алыбаева Р.А. Накопление цинка проростками различных генотипов пшеницы в условиях загрязнения среды // Проблемы экологии и экологического образования в современных условиях: Материалы Международной научно-практической конференции. Актобе, Актюбинский государственный педагогический институт, 2008 С.447-452.
3. Перельман А.И. Геохимия. М: Высшая школа. 1989.-527 с.
4. Chromosomal location of the cadmium uptake gene ( *Cdu1* ) in durum wheat / RE Knox, CJ Pozniak, FR Clarke, JM Clarke, S. Houshmand, and AK Singh RE. // Genome. 2009. № 52 (9). P.741 –747.
5. Калдыбаев Б.К. Эколого-генетическая оценка последствий загрязнения агроценозов восточной части зоны земледелия Иссык-Кульской области: Автореф. дис...канд. биол. наук. Алматы. 2000. 28 с.

## **АНТРОПОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ГОРОДА НОВОКУЗНЕЦКА**

Экологические проблемы крупных городов связаны с чрезмерной концентрацией на сравнительно небольших территориях населения, транспорта и промышленных предприятий с образованием антропогенных ландшафтов, очень далеких от состояния экологического равновесия.

Строительство и эксплуатация промышленных предприятий, добыча полезных ископаемых приводят к серьезным нарушениям природных ландшафтов, загрязнению воздуха, воды, почвы различными отходами.

Влияние человека на окружающую среду подразделяется на следующие виды:

1. Разрушительное (деструктивное) воздействие. Оно приводит к утрате богатств и качеств природной среды. Деструктивное воздействие может быть осознанным и неосознанным.

2. Стабилизирующее воздействие. Это воздействие целенаправленное, ему предшествует осознание экологической угрозы конкретному определённому объекту. Действия здесь направляются на замедление процессов разрушения и уничтожения окружающей среды.

3. Конструктивное воздействие – действие целенаправленное. Его результатом должно стать восстановление нарушенного ландшафта (рекультивация).

В настоящее время преобладает деструктивное воздействие, основным следствием которого является загрязнение всех компонентов природной среды. Наибольшему воздействию компоненты биосферы подвержены в индустриальных городах. Над ними атмосфера содержит в 10 раз больше аэрозолей и в 25 раз больше газов по сравнению с неурбанизированными территориями. При этом значительную часть газового загрязнения дает автомобильный транспорт.

Новокузнецк является крупнейшим индустриальным центром Западной Сибири с ярко выраженной специализацией – металлургическое производство, добыча угля, промышленное и гражданское строительство. На территории Новокузнецка функционируют более 1200 промышленных предприятий различных форм собственности, из них около 50 являются ведущими, крупнейшими в своих отраслях – ОАО «Западно-Сибирский металлургический комбинат», ОАО «Новокузнецкий металлургический комбинат», ОАО «РУСАЛ – Новокузнецкий алюминиевый завод», ОАО «Кузнецкие ферросплавы». По данным Управления по технологическому и экологическому надзору Ростехнадзора по Кемеровской области, основной

вклад в загрязнение атмосферы от стационарных источников вносят предприятия черной металлургии (73 %), предприятия угольной промышленности (9,5 %), предприятия энергетики (8,5 %), цветной металлургии (5,7 %).

По данным наблюдений на стационарных постах атмосфера города более всего загрязнена бенз(а)пиреном, формальдегидом, взвешенными веществами, диоксидом азота и фторидом водорода. За 2009 г. средние за год концентрации и максимальные из среднемесячных концентраций этих веществ составили соответственно: бенз(а)пирена – 4,6 ПДК и 9,8 ПДК в Кузнецком районе (ПНЗ-10); формальдегида – 3 ПДК и 5,7 ПДК в Куйбышевском районе (ПНЗ-19); взвешенных веществ – 1,5 ПДК и 2,1 в Центральном районе (ПНЗ-18); диоксида азота 1,2 ПДК и 1,6 ПДК в Центральном районе (ПНЗ-18); фторида водорода – 1,4 ПДК и 7,3 ПДК в Заводском районе (ПНЗ-9).

Развитие автомобильного транспорта приводит к загрязнению атмосферы городов и транспортных коммуникаций токсичными металлами и углеводородами. В 2009 году, по данным ОГИБДД УВД по г. Новокузнецку на учете состояли 10509 грузовых транспортных средств, 131732 легковых транспортных средств, 3286 автобусов. Валовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от передвижных источников составили 76,54 тыс. т/год.

В целом уровень загрязнения атмосферы города за 2009 год (по критериям Росгидромет) оценивается как очень высокий (СИ = 9,8 для бенз(а)пирена, НП = 13,9 % для формальдегида, ИЗА5 = 18,29).

Города потребляют в 10 и более раз больше воды в расчете на 1 человека, чем сельские районы, а загрязнение водоемов достигает катастрофических размеров. Водоносные горизонты под городами сильно истощены в результате непрерывных откачек скважинами и колодцами, а кроме того, загрязнены на значительную глубину.

Гидрографическая сеть г. Новокузнецка представлена р. Томью и ее притоками: реками Кондома, Аба, Горбуниха, Конобениха, Петрик, Осиновка, Дружинина, Коммунарка, Чесноковка, Байдаевка и др. Кроме того, на территории города имеются каналы и водохранилища предприятий, отработанные карьеры, заполненные водой.

Основной вклад в загрязнение р. Томь вносят такие предприятия как ЗАО «Водоканал», ОАО «ЗСМК», шахта «Абашевская», ОАО «НКАЗ», шахта «Байдаевская», Абагурская аглофабрика, Кузнецкая ТЭЦ, Западно-Сибирская ТЭЦ, ОАО «НКМК», завод «Универсал». Суммарный вклад загрязняющих веществ по этим предприятиям составил 65 219 т/год. Из притоков больше других загрязнена р. Аба. Кроме многочисленных предприятий вышерасположенных населенных пунктов (г. Киселевск, Прокопьевск) в нее осуществляют сброс своих стоков ряд предприятий г. Новокузнецка, в том числе ОАО «КМК». Объемы сточных вод в городе

достигают  $1 \text{ м}^2$  в сутки на одного человека. Мощность очистительных сооружений города – 106,124 млн.  $\text{м}^3$  в год, объем сточных вод, требующих отчистки, – 207,332 млн.  $\text{м}^3$  в год. В результате значительная часть сточных вод поступает без очистки или недостаточно очищенной.

Коренному изменению подвергается и почвенный покров городской территории. На больших площадях, под магистралями и кварталами, он физически уничтожается, а в зонах рекреаций (парки, скверы, дворы) загрязняется бытовыми отходами, вредными выбросами из атмосферы, обогащается тяжелыми металлами, а обнаженность почв способствует водной и ветровой эрозии.

Восстановление нарушенных и подработанных территорий ликвидированных шахт и разрезов проводится по утвержденным проектам. 957,32 га нарушенных земель г. Новокузнецка числится за ликвидированными шахтами и разрезами, из них за последний год восстановлено и передано городу 176,6 га, что составляет только пятую часть нарушенных земель.

Растительный покров города большей частью представлен «культурными насаждениями» (парками, скверами, газонами, цветниками, аллеями) и лесами зеленой зоны. Леса городской черты Новокузнецка занимают 9,7 тысячи гектаров, что составляет 23 % городской территории. Значительная часть растений находится в угнетенном состоянии – листья некротизированы, повреждены паразитами, наблюдается усыхание ветвей.

Высокий уровень загрязнения всех компонентов природной среды г. Новокузнецка позволяет отметить, что деструктивное антропогенное воздействие определяет напряженную и неблагоприятную экологическую ситуацию в городе.

## Литература

1. Доклад о состоянии окружающей среды города Новокузнецка в 2009 году. / Новокузнецк, 2010. 89 с.

**Г.М. Ахмадиев, М.Г. Ахмадиева, Л.Г. Ахмадиева**

Елабужский государственный педагогический университет

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ**

В настоящее время с огромными масштабами загрязнения окружающей среды с различными органическими и неорганическими

веществами разработка способа оценки и прогнозирования жизнеспособности человека и животных остается актуальной проблемой для биологии, ветеринарии и медицины [1, 2].

Важным и решающим фактором для дальнейшего развития зиготы является состояние организма матери. На физиологическое состояние беременной самки влияют различные факторы. Во-первых, состояние зиготы зависит от наследственных факторов отца и матери. Во-вторых, дальнейшее внутриутробное развитие зиготы, плода зависит от условий внешней среды: от питания и условий жизни.

На сегодняшний день до 70 % беременности у женщин и, возможно, у различных самок млекопитающих протекают с различными осложнениями, в результате чего рождается физиологически незрелое потомство.

Кроме того, в рацион питания человека и животных, в т.ч. материнского организма и потомства, в результате технологических нарушений часто попадают различные пищевые и биологически активные добавки, даже гормональные стимуляторы.

Жизнеспособность человека и животных также зависит от степени чувствительности к различным техногенным загрязнителям, т.е. раздражителям, которые имеют органическое и неорганическое происхождение, вследствие чего приводят к функциональным напряжениям, в частности в нервной, эндокринной и иммунной системах. В этих случаях изменяется состояние внутренней среды организма. Наиболее чувствительной внутренней системой в организме человека и животных является система крови, которая включает структурно-функциональные элементы: эритроциты, лимфоциты и тромбоциты [1].

Поэтому мы считаем, что необходимо изучить:

- 1) степень чувствительности и повреждаемости эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов млекопитающих к различным биологическим и химическим загрязнителям внешней среды;
- 2) чувствительность и повреждаемость клеток крови к различным биологически активным веществам (например, к катехоламинам).

В настоящее время разработка критериев оценки и прогнозирования техногенной чувствительности организма человека и животных связана с тем, что многие разнообразные чужеродные химические, и биологические вещества, отходы различных отраслей: агропромышленного комплекса, пищевой, нефтегазовой, химической и автомобильной промышленности проникают в биосферу, накапливаются в природных живых системах. Они включаются в обмен веществ и в последующем отражаются на физиологическом состоянии животных и человека.

Сегодня существование человека и животных в условиях нарастающего загрязнения окружающей среды техногенными



веществами – реальная угроза для будущего, т.е. больше всего для будущего поколения.

Поэтому для мониторинга окружающей среды, в частности тестирования степени антропогенного загрязнения, исследователи в последние годы все чаще используют такие способы анализа, которые позволяют получить информацию о комплексном (интегральном) воздействии загрязнителей на организм животных и растений. Такой подход обоснован тем, что в реальной ситуации редко встречаются случаи изолированного воздействия на организм неблагоприятного фактора в «чистом» виде. Как правило, действуют смеси соединений самого различного состава (Куценко, 2004).

В пределах обсуждаемых проблем несомненный интерес представляет также комплексное исследование с привлечением в качестве потенциальных тест-систем для экологического мониторинга организмов различного уровня организации и экспериментальных моделей, соответствующих поведению различного уровня сложности.

Считаем, что для разработки способов оценки и прогнозирования техногенной чувствительности организма человека и животных необходимо изучить:

1) влияние комплекса техногенных загрязнителей, депонированных в естественных объектах (листьях древесных растений: липы, тополя, березы и в снежном покрове) на организм животных в различных регионах РТ, в том числе в регионе Нижняя Кама. В дальнейшем продолжить исследование влияния комплекса техногенных загрязнителей, депонированных в растениях и талой воде (свинец, кадмий), на физиологические (поведенческие) показатели самок и самцов лабораторных животных, учитывая исследовательскую, эмоциональную, пищевую и двигательную активность;

2) действие комплекса депонированных техногенных загрязнителей в естественных (природных) объектах на количество потомства и врожденные морфофункциональные показатели животных в ранние периоды постнатального онтогенеза;

3) влияние комплекса техногенных загрязнителей, депонированных в естественных объектах, на иммунофизиологические показатели (содержание гемоглобина, количество эритроцитов, лейкоцитов и относительное количество различных форм лейкоцитов, фагоцитарную активность лейкоцитов, бактерицидную активность сыворотки крови, лизоцимную активность сыворотки крови, количество розеткообразующих и бляшкообразующих клеток), а также при использовании различных в концентрациях пищевых и гормональных добавок в составе рациона питания человека и животных;

4) комплексное влияние техногенных загрязнителей на показатель повреждаемости нейтрофилов (по Фрадкину) крови взрослых особей и потомства;

5) влияние комплекса техногенных загрязнителей на функциональное состояние, подвижность и осмотическую устойчивость лейкоцитов крови взрослых особей и их потомков;

6) действие комплекса техногенных загрязнителей на осмотическую резистентность эритроцитов крови животных-матерей и их потомства.

Таким образом, исследования общих морфофизиологических закономерностей изменения техногенной чувствительности и повреждаемости клеток крови, иммунобиологической реактивности, поведенческих реакций объектов различного уровня сложности (от низших беспозвоночных до высших позвоночных), позволяют осуществить контроль за экологическим состоянием пищевых продуктов, различных биотопов (вода, воздух, почва), а также оценить, прогнозировать степень чувствительности организма на различных этапах индивидуального развития.

### Литература

1. Ахмадиев Г.М. Иммунобиологические аспекты оценки и прогнозирования жизнеспособности новорожденных животных. Казань: Рутен, 2005. 168 с.

2. Дмитриев А.Ф. Иммунобиологические основы оценки и прогнозирования жизнеспособности новорожденных животных: автореф. дис....д-ра биол. наук. Казань, 1987. 27 с.

3. Кокаева Ф.Ф. Поведение как критерий поражающего действия техногенного загрязнения среды на организм животных и эффективности мер коррекции: автореф. дис....д-ра биол. наук. М., 2006 47 с.

**Т.И. Бокова**

ГНУ СибНИИП СО Россельхозакадемии,  
Новосибирский государственный аграрный университет

### **НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЭКОЛОГИЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ОБЩЕГО, СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Ухудшение экологической обстановки во многих регионах страны привело к возрастанию уровня заболеваемости населения. Согласно данным экологической службы Министерства по чрезвычайным ситуациям, загрязненность некоторых районов страны различными токсикантами довольно высока. Повсеместное ухудшение экологической

ситуации приводит к увеличению уровня загрязнения пищевых продуктов токсикантами из внешней среды, в том числе и тяжелыми металлами [1, 2].

Для нейтрализации воздействия загрязняющих веществ на организм человека разрабатывают продукты питания с заданными профилактическими свойствами. При создании пищевых продуктов, кроме основного сырья растительного и животного происхождения, применяют витамины, минеральные вещества, пищевые добавки (ПД), улучшающие органолептические, структурно-механические свойства продуктов, а также экологическую безопасность [3].

Облепиха относится к нетрадиционным культурам, но по объему производства плодов, темпам изучения ее биологических особенностей и лекарственно-пищевых качеств, роста селекционных достижений она претендует на звание ведущей культуры Сибири. Облепиха – одно из немногих растений, называемых поливитаминными. Сто граммов ягод облепихи содержат полторы-две суточные нормы витаминов С и Р и половину нормы витамина Е. Это растение сырьевое. Продукты его переработки в фармацевтической и пищевой промышленности должны послужить важнейшим фактором повышения здоровья населения, особенно в суровых сибирских условиях [4].

Целью исследования являлась разработка новых технологий мясных полуфабрикатов с плодово-ягодными гомогенатами.

Были проведены две серии опытов с использованием плодово-ягодных гомогенатов. В первой серии опытов *in vitro* выявлена наиболее эффективная концентрация гомогенатов для снижения содержания токсичных элементов (свинца и кадмия) в растворах: облепиховый и яблочный гомогенат в концентрации 6% по массе.

Во второй серии экспериментов опытных животных разделили на 4 группы, первая из которых являлась контрольной. Для кормления использовали полноценный рацион (ОР), проверенный на отсутствие контаминантов. Кормление проводили по следующей схеме (табл.1):

Таблица 1

Схема опыта

Группа	Рацион и дозы кормления
Контрольная	Основной рацион (ОР)
1-я опытная	ОР + ТЭ (1,0 мг свинца/кг корма + 0,2 мг кадмия/кг корма)
2-я опытная	ОР + ТЭ + 6% массовой доли облепихового гомогената
3-я опытная	ОР + ТЭ + 6% массовой доли яблочного гомогената

В результате экспериментальной обработки выявлено: при введении в рацион лабораторных животных облепихового гомогената в количестве 6% массовой доли концентрации ионов свинца в органах и тканях крыс снижаются в 1,75-3 раза ( $p \geq 0,99$ ), кадмия в 1,7-3,6 раза ( $p \geq 0,99$ ) (табл. 2,3).

Таблица 2

Содержание свинца в органах и тканях лабораторных животных,  $(M+m) \cdot 10^{-2}$  мг/кг

Органы и ткани крыс	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Сердце	4,18±0,20	9,19±0,30**	4,91±0,20*	4,98±0,20*
Печень	1,53±0,08	4,14±0,02**	1,82±0,10*	2,01±0,11**
Селезенка	6,16±0,06	11,23±0,09**	6,41±0,06*	6,19±0,05
Почки	2,67±0,07	6,20±0,17**	2,82±0,04	2,93±0,04
Мышечная ткань	2,18±0,04	4,71±0,09**	2,33±0,04	2,27±0,02
Костная ткань	0,90±0,01	3,23±0,07**	1,08±0,04*	1,10±0,07*

Примечание: \* $p \geq 0,95$ ; \*\* $p \geq 0,99$ ; здесь и в табл. 3,4: схема кормления по таблице 1

При скармливании животным яблочного гомогената в количестве 6% массовой доли концентрации ионов свинца снижаются в 1,8-3 раза ( $p \geq 0,99$ ), а кадмия в 1,7-3,6 раза ( $p \geq 0,99$ ).

Таблица 3

Содержание кадмия в органах и тканях лабораторных животных,  $(M+m) \cdot 10^{-2}$  мг/кг

Органы и ткани крыс	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Сердце	0,92±0,03	3,16±0,10**	1,08±0,04	1,11±0,04*
Печень	0,19±0,02	0,38±0,02**	0,22±0,01	0,23±0,01
Селезенка	0,98±0,05	4,04±0,06**	1,10±0,02*	1,12±0,03*
Почки	0,20±0,01	0,69±0,01**	0,22±0,01	0,23±0,01*
Мышечная ткань	1,09±0,01	3,62±0,20**	1,17±0,04	1,29±0,04
Костная ткань	1,25±0,10	3,36±0,10**	1,35±0,10	1,60±0,10**

Примечание: \* $p \geq 0,95$ ; \*\* $p \geq 0,99$ .

При поступлении в организм повышенных концентраций свинца и кадмия наблюдается отрицательное изменение биохимических показателей сыворотки крови крыс. Скармливание облепихового и яблочного гомогенатов нормализует эти показатели: повышает содержание глюкозы на 41,36-52,24% ( $p \geq 0,99$ ), кальция на 22,11-25,63% ( $p \geq 0,99$ ), фосфора на 25,48-27,88% ( $p \geq 0,99$ ), белка на 6,39-8,5% ( $p \geq 0,95$ ), гемоглобина в 1,9-2,2 ( $p \geq 0,99$ ), щелочной фосфатазы в 1,9-2,2 ( $p \geq 0,99$ ) (табл. 4).

Данные экспериментов позволяют рекомендовать широкое применение заявленных плодово-ягодных гомогенатов в предложенной пропорции в качестве составной части полуфабрикатов (фарша) из мяса сельскохозяйственных животных и птицы.

Средство сочетает в себе иммуностимулирующие и химически активные по отношению к тяжелым металлам, в частности свинцу и кадмию, свойства.

Такая совокупность свойств позволяет использовать это средство для повышения биологической ценности и активности продуктов, а также расширить ассортимент изделий из мяса животных и птицы [5,6].

Изменение биохимических показателей крови крыс при скормливанием плодово-  
ягодных гомогенатов

Показатель	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Глюкоза, моль/л	13,65±0,58	7,81±0,29**	11,89±0,24**	11,04±0,56**
Кальций, моль/л	2,67±0,07	1,99±0,07**	2,50±0,04	2,43±0,05*
Фосфор, моль/л	2,86±0,09	2,08±0,09**	2,66±0,09	2,61±0,09*
Общий белок, г/л	75,20± 0,91	66,69±0,91**	72,37±0,91	70,95±1,22*
Гемоглобин, г/л	70,73±5,89	27,60±2,82**	60,38±5,89	53,48±5,18*
Активность щелочной фосфатазы, Е/л	41,12±1,70	20,32±1,15**	38,58±1,46	33,12±3,57*

Примечание: \* $p \geq 0,95$ ; \*\* $p \geq 0,99$ .

### Литература

1. Источники поступления тяжелых металлов и их воздействие на агроэкосистемы / Т.Н. Абрамова, В.К. Кузнецов, Н.И. Исамов // Тяжелые металлы, радионуклиды и элементы – биофилы в окружающей среде: доклады 2-ой международной научно-практ. конф. Семипалатинск, 2002. Т.2. С.413-416.
2. Адам А.М., Мамин Р.Г. Природные ресурсы и экологическая безопасность Западной Сибири. М.: НИА-Природа, 2001. 172 с.
3. Бокова Т.И. Эколого-технологические аспекты поведения тяжелых металлов в системе почва – растение – животное - продукт питания человека. Новосибирск: РАСХН. Сиб. отд-ние. ГНУ СибНИПТИП, 2004. 206 с.
4. Золотарева А.М. Перспективы использования модифицированного облепихового сырья // Хранение и переработка сельхозсырья. 2004. №9. С.59-62.
5. Пат.2391876 Российская Федерация. Способ получения полуфабриката из мяса сельскохозяйственных животных и птицы / Желтышева О.С., Бокова Т.И., Инербаева А.Т.; патентообладатель ГНУ СибНИИП.-№2008144712712, заявл.12.11.08; опубл. 20.06.2010 Бюл.№17
6. Оценка профилактической эффективности мясных фаршей с плодово-ягодными добавками / А.Т. Инербаева, Т.И. Бокова, О.С. Желтышева, О.К. Мотовилов // Сиб. вестн.с.-х. науки. 2010. № 8. С.96-100.

**И.В. Васильцова, Т.И. Бокова**

Новосибирский государственный аграрный университет

### **ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ АНТРОПОГЕННЫМИ ЗАГРЯЗНИТЕЛЯМИ**

В настоящее время в связи с многократно возросшим техногенным воздействием на окружающую среду значительно возросло поступление тяжелых металлов в лесные экосистемы.

Новосибирская область обладает значительным экономическим потенциалом, что обуславливает повышенную техногенную нагрузку на окружающую среду. В таком крупном индустриальном центре, как Новосибирск, работали и работают многочисленные предприятия, загрязнявшие и загрязняющие окружающую среду тяжелыми металлами. При рассмотрении экологического состояния Новосибирской области за последние годы было выявлено, что особую опасность представляет загрязнение такими токсикантами, как кадмий и свинец [1].

По уровню загрязнения окружающей среды в Новосибирской области можно выделить три группы городов и районов. В первую группу входит Новосибирск; концентрация промышленного производства и населения здесь настолько высока, что создает угрозу здоровью и безопасности людей. Вторая группа – это города, которые идут с большим отрывом от «сибирской столицы»: Искитим, Бердск, Куйбышев, Барабинск, Татарск, Линево. А к третьей группе, сравнительно благополучной, относятся все прочие города и районы области [1, 2].

Существенное влияние на уровень загрязнения атмосферного воздуха оказывает орографическая ситуация. Новосибирск расположен на слабопересеченной местности, и ветер со скоростью 3-4 м/с уже способствует рассеиванию вредных примесей. Однако рассеивающие способности в районе Новосибирска существенно ниже, чем на европейской территории России [3].

*Цель:* изучить содержание свинца в природном сырье в зависимости от места сбора.

*Материалы и методы.* В качестве исследуемых образцов были использованы прополис, почки и листья березы, почки и хвоя сосны. Выбор места сбора образцов производился в зависимости от удаленности от мегаполиса, от степени экологической напряженности, в соответствии с картой-схемой экологического потенциала, суммарного воздействия геодинамических, ландшафтных и социально-экономических напряжений Новосибирской области [3]. Господствующие ветры в Новосибирской области: южные и юго-западные. Краснозерский район расположен с подветренной стороны от мегаполиса, является наиболее удаленным из выбранных, поэтому он выбран за эталон сравнения (условно чистая).

Измерение массовых концентраций свинца выполняли на анализаторе ТА-07 методом инверсионной вольтамперометрии, основанном на способности свинца, накопленного на рабочем электроде из анализируемого раствора, растворяться при определенных потенциалах. Массовые концентрации металлов определялись по методу добавок аттестованных образцов после предварительной подготовки проб путем «мокрой» минерализации [4].

*Результаты исследований.* Содержание свинца в сырье представлено в таблице.

### Содержание свинца в природном сырье

Сырье, мг/кг	Район сбора			
	Новосибирский	Коченевский	Чулымский	Краснозерский
Прополис	2,949±0,203***	1,723±0,152***	0,558±0,066***	0,126 ±0,011
Березовые почки	1,301±0,123***	1,128±0,113***	0,462±0,011***	0,082±0,005
Листья березы	1,443±0,102***	1,355±0,113**	0,693±0,034***	0,230±0,020
Почки сосны	1,406±0,103***	0,964±0,085**	0,651±0,075*	0,381±0,048
Хвоя сосны	1,003±0,133**	0,748±0,066**	0,581±0,061*	0,269±0,046

\* $p \geq 0,95$ ; \*\* $p \geq 0,99$ ; \*\*\* $p \geq 0,99$ .

Концентрация свинца в прополисе в Новосибирском районе превышала этот показатель в условно чистой зоне в 23,4 раза, в Коченевском районе – в 13,7 раза, в Чулымском районе – в 4,4 раза ( $p \geq 0,999$ ).

В березовых почках высокое содержание свинца отмечалось в Новосибирском районе – в 15,9 раз выше ( $p \geq 0,999$ ), чем в Краснозерском районе. В Чулымском и Коченевском районах концентрация свинца была выше в 5,6 и 13,8 раза ( $p \geq 0,999$ ) в сравнении с контрольным образцом.

Листья березы в Новосибирском районе содержали свинец в 6,3 раза ( $p \geq 0,999$ ), в Коченевском – в 5,9 раза ( $p \geq 0,99$ ), в Чулымском – в 3,0 раза ( $p \geq 0,95$ ) больше, чем листья березы Краснозерского района. При сравнении табличных данных отмечено более высокое содержание свинца в листьях березы, чем в почках березы в 1,1 – 2,8 раза.

В почках сосны концентрация свинца в Чулымском, Коченевском, Новосибирском районах превышала его содержание в почках сосны Краснозерского района в 1,7 ( $p \geq 0,999$ ); 2,5 ( $p \geq 0,99$ ); 3,7 ( $p \geq 0,95$ ) раз соответственно.

Хвоя сосны Чулымского района содержала в 2,2 раза ( $p \geq 0,99$ ) больше свинца, чем хвоя сосны Краснозерского района. В хвое сосны Коченевского района выявлено свинца в 2,8 раза больше условно чистого района. Самое высокое содержание свинца обнаружено в хвое сосны Новосибирского района – в 3,7 раза выше контрольного значения ( $p \geq 0,95$ ). Концентрация свинца в почках сосны выше, чем в хвое сосны, в 1,1 – 1,4 раза.

По результатам исследований установлено наличие прямой связи между содержанием свинца в прополисе, почках и листьях березы, почках и хвое сосны и их удаленностью от мегаполиса. Загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами отражается на чистоте природных объектов, поэтому они могут давать информацию о загрязнении внешней среды. Самое высокое содержание свинца отмечалось в Новосибирском районе,

где отмечается напряженная экологическая ситуация. Уровень содержания свинца не превышал значений ПДК, предусмотренных для данных природных объектов.

В связи с высоким содержанием свинца в растительном сырье, не рекомендуется употреблять сырье в нативном виде без предварительного определения загрязненности данного сырья.

### Литература

1. Ильин В.Б., Сысо А.И. Тяжелые металлы и радионуклиды в почвах естественных и антропогенных ландшафтов Западной Сибири // Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде: сб. докл. Первой Междунар. науч.-практ. конф. Семипалатинск, 2002. 411 с.
2. Адам А.М., Мамин Р.Г. Природные ресурсы и экологическая безопасность Западной Сибири. М.: НИА-Природа, 2001. 172 с.
3. Зятькова Л.К., Лесных И.В. Геомониторинг природной среды: монография: В 2-х т. Т.2. 2004. 316 с.
4. ГОСТ 51301-99. Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрические методы определения содержания токсических элементов (Cd, Pb, Cu, Zn). М.: Госстандарт России, 1999.

**М.А. Веряскина**

ГОУ ВПО «Нижегородский государственный  
педагогический университет»

### **ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Атмосферный воздух является важным жизнеобеспечивающим компонентом природной среды, оказывающим влияние на здоровье человека. В этой связи в Федеральном законе от 4 мая 1999 г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» определяется необходимость осуществления мониторинга качественного состава атмосферного воздуха [1]. В дополнение к Федеральному закону на региональном уровне принят закон Нижегородской области от 02.03.2007 г. №25 «Об охране атмосферного воздуха» [2].

Для анализа нами использовались материалы мониторинговых исследований атмосферного воздуха, проводимых лабораториями ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Нижегородской области» [3]. Установлено, что в 2008 году стационарные наблюдения за загрязнением атмосферы на территории Нижегородской области проводились в нескольких промышленных городах – Н. Новгороде, Дзержинске,



Арзамасе, Кстово, Балахне, Выксе, Бору. На рис.1 показан их вклад в загрязнение атмосферного воздуха Нижегородской области [3].

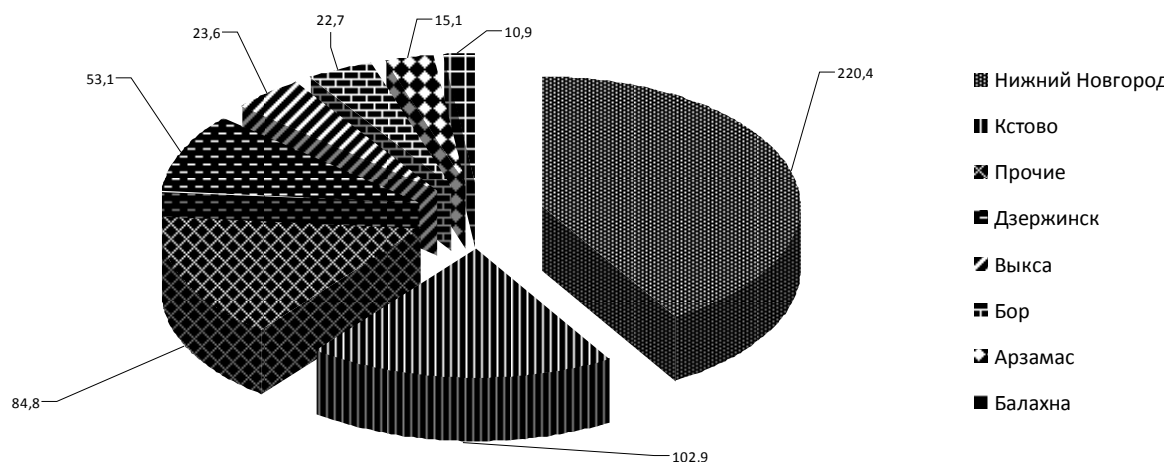


Рис.1. Вклад хозяйствующих субъектов городов Нижегородской области в загрязнение атмосферного воздуха (тыс. т)

Данные рисунка свидетельствуют о том, что наиболее ответственными за загрязнение атмосферного воздуха являются: Н. Новгород – 41,3%, Кстово – 19,3%, Дзержинск – 10%, Выкса – 4,4%, Бор – 4,2%, Арзамас – 2,8%, Балахна – 2,1%, поставляющие в воздушный бассейн в целом 84,1% от общего числа выбросов. Именно эти города отличаются повышенной автомобилизацией и индустриальной концентрацией.

Наиболее интенсивное загрязнение приземного слоя атмосферы происходит за счёт выбросов автотранспортных средств, ТЭЦ, котельных и других энергетических установок, работающих на угле, мазуте, природном газе, дизельном топливе и бензине.

Вклад автотранспорта в загрязнение приземного слоя атмосферы в 2008 г. составил 69 % от общего количества выброшенных в атмосферу загрязняющих веществ, в том числе: оксида углерода – 45,1 %, оксидов азота – 16,3 %, ЛОС – 7,6 %.

В ходе анализа динамики выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от автомобильного транспорта в 2004-2008 гг. установлено, что количество выбросов в 2004-2005 гг. было практически одинаковым. В 2006 г. произошло резкое увеличение (в 5,7 раза) выбросов в атмосферу от автотранспорта по сравнению с предыдущим годом. Такой значительный рост объясняется возросшей в последние годы автомобилизацией, а также большой долей эксплуатируемых старых автомобилей, не отвечающих экологическим требованиям. В 2007 г. количество выбросов увеличилось на 19, 862 тыс. т/год. В 2008 г. произошел небольшой спад выбросов (на

10,887 тыс. т/год). В 2008 г. общее количество транспортных средств, зарегистрированных в ГИБДД Нижегородской области, возросло на 69,4 тыс. единиц.

Что касается стационарных источников загрязнения, анализ данных мониторинга атмосферного воздуха показывает тенденцию увеличения выбросов загрязняющих веществ.

Анализируя структуру выбросов (рис. 2), можно отметить, что основной вклад в общий уровень загрязнения атмосферы ежегодно вносят углеводороды, оксиды азота, оксид углерода. Обращает на себя внимание увеличение диоксида серы в 2008 г. на 1,193 тыс. т/год с 2007 г., хотя происходящие изменения выбросов этого вещества в 2004-2007 гг. коррелируют с суммарными выбросами за это же время. [4].

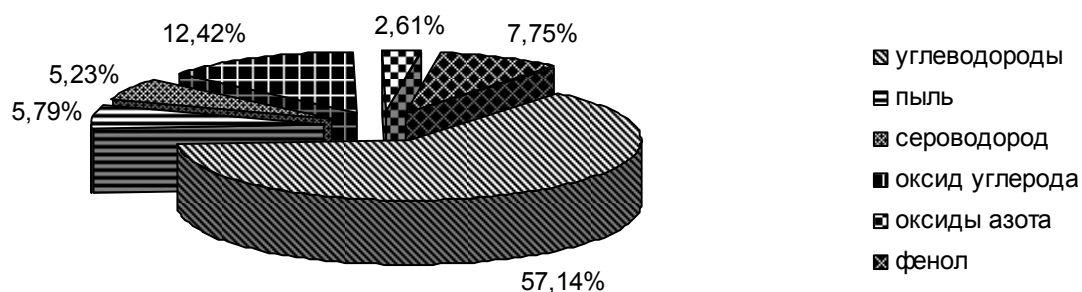


Рис.2. Доля основных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на территории Нижегородской области в 2008 г.

Выявлено, что приоритетными загрязняющими веществами на территории Нижегородской области в течение ряда лет являются бенз(а)пирен, углеводороды, оксиды азота, оксид углерод, сернистый газ, пыль, фенол, сероводород и аммиак.

Для уменьшения выбросов и улучшения качества атмосферного воздуха в области реализуются различные проекты. К ним относятся, в первую очередь, обеспечение выполнения требований Федерального закона от 4 мая 1999 г. №96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», а также закона Нижегородской области от 02.03.2007 г. №25 «Об охране атмосферного воздуха», выполнение различных природоохранных мероприятий автотранспортными организациями и хозяйствующими субъектами с целью снижения выбросов.

### Литература

1. Федеральный закон от 4 мая 1999 г. №96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» (в ред. Федерального закона от 30.12.2008 N 309-ФЗ).

2. Закон Нижегородской области от 02.03.2007 г. №25 «Об охране атмосферного воздуха».
3. Доклад Министерства экологии и природных ресурсов Нижегородской области ФГУ «ТФИ по Приволжскому федеральному округу» «Состояние окружающей среды и природных ресурсов Нижегородской области в 2008 году».
4. Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.mpr-nn.ru/index.php/-2009-/312-2010-10-12-13-03-46>, свободный

**Н.Р. Веселкова**

Удмуртский государственный университет, г. Ижевск

### **ПОПУЛЯЦИИ *DACTYLIS GLOMERATA* L. В УСЛОВИЯХ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА**

Город Ижевск – один из крупнейших промышленных центров Урала – представляет собой типичный пример обострения экологических проблем. Технологическое несовершенство, значительный износ и низкий коэффициент обновления основных производственных фондов сопровождаются значительным загрязнением окружающей среды. Защиту городского населения от вредного воздействия промышленных предприятий и автотранспорта в значительной мере может обеспечивать растительный покров. Актуальность исследований продуцентов урбанозкосистем продиктована необходимостью определения возможностей самовозобновления и самоподдержания их популяций, составления долговременных прогнозов их развития.

В течение 2008-2010 гг. нами проведены комплексные исследования *Dactylis glomerata* L. в г. Ижевске и его окрестностях. Выбор ежи сборной в качестве объекта исследований продиктован тем, что указанный вид является полиморфным, широко распространенным видом, входит в состав многих растительных сообществ в качестве доминанта или кодоминанта. Но несмотря на широкую представленность и высокую практическую ценность, его адаптационные возможности к различным условиям среды изучены недостаточно.

Для достижения цели нами проведены геоботанические, популяционно-онтогенетические и морфометрические исследования по общепринятым методам [1-4 и др.]. Урожайность определена укосным методом. Эколого-ценотическая характеристика местообитаний получена в результате обработки геоботанических описаний с использованием экологических шкал Д.И. Цыганова [5] с помощью компьютерной программы ECOSCALE [6]. Внутрипопуляционная изменчивость морфологических признаков проанализирована с помощью коэффициента

вариации (CV, %). Статистический анализ результатов исследований проведен с использованием стандартных методов описательной статистики [7-8 и др.] с помощью компьютерной программы «STATISTICA 5,5».

На основании кластерного анализа все местообитания ежи сборной разделены нами на 5 групп: I) сосновые леса; II) лиственные и смешанные леса; III) пойменные луга; IV) суходольные луга; V) антропогенно-трансформированные (газоны, пустыри) [9].

Согласно классификации Т.А. Работнова [10], исследованные ценопопуляции (ЦП) ежи сборной являются нормальными, большинство – неполночленными: их характерной особенностью является выпадение отдельных фракций прегенеративного (j, im) и постгенеративного (ss, s) состояния. По критерию «дельта-омега» Л.А. Животовского [11] ЦП ежи сборной относятся к 4 типам: зрелые, зреющие, стареющие и переходные, среди которых преобладают зрелые.

По показателям плотности побегов и урожайности ЦП антропогенно-трансформированных местообитаний значительно отличаются как друг от друга, так и от других групп. ЦП, расположенная на пустыре, характеризуется низкими значениями урожайности и плотности генеративных побегов, что обусловлено сильной антропогенной трансформацией экотопа (уплотненный субстрат, строительный и бытовой мусор). ЦП, расположенные на газонах, характеризуются максимальными значениями урожайности (55,9 ц/га) и высокими значениями плотности генеративных побегов (83 шт/м<sup>2</sup>), что обусловлено, с одной стороны, высокими показателями содержания гумуса, с другой – интенсивным побегообразованием в результате ежегодного скашивания травостоя, отсутствием вытаптывания, слабой конкуренцией со стороны других видов растений. ЦП суходольных лугов отличаются максимальными значениями плотности как генеративных, так и вегетативных побегов (353 шт/м<sup>2</sup>).

Однофакторный дисперсионный анализ позволил установить значимые различия между морфометрическими параметрами побегов ежи сборной из разных ЦП ( $p < 0,05$ ). Растения ежи сборной, произрастающие в смешанных лесах и пойменных лугах, характеризуются максимальными средними значениями большинства параметров; в антропогенно-трансформированных местообитаниях – наименьшими средними значениями всех параметров. В последнем случае выявлено увеличение количества корреляционных связей между параметрами. Аналогичное явление повышения уровня скоррелированности признаков в антропогенно-нарушенных местообитаниях отмечается и для некоторых других видов растений [12]. В светлохвойных лесах морфометрические параметры ежи сборной отличаются наибольшими средними значениями длины листовой пластинки, что, очевидно, отражает адаптивную реакцию растений на недостаточную освещенность ( $L_c = 3,41-3,92$ ). В 2010 году отмечены более низкие средние значения большинства морфометрических

параметров, что, очевидно, связано с неблагоприятными погодными условиями вегетационного периода – высокой температурой воздуха и небольшим количеством выпавших осадков.

Для выявления меры связи между морфометрическими параметрами и показателями условий среды использован метод ранговой корреляции Спирмена, в результате чего выявлена значимая прямо пропорциональная зависимость большинства параметров, характеризующих размеры листа и стебля, от факторов увлажнения почв (Hd) и освещенности-затенения (Lc) местообитаний, и обратно пропорциональная – от солевого режима почв (Tr). Результаты однофакторного дисперсионного анализа показали, что указанные параметры вносят наибольший вклад в межпопуляционную изменчивость, что позволяет использовать их в качестве интегративных показателей при оценке эколого-ценотических условий местообитаний ежи сборной.

Анализ коэффициента вариации позволил установить, что во всех выборках наблюдаются средние и высокие показатели изменчивости для большинства параметров соцветия. Сильная изменчивость указанных признаков и слабая корреляционная зависимость от эколого-ценотических условий не позволяют нам рекомендовать их в качестве индикаторов условий среды.

Таким образом, высокие показатели пластичности большинства морфометрических признаков ежи сборной свидетельствуют о высоких адаптационных возможностях данного вида и широком диапазоне толерантности, что позволяет ему занимать достаточно разнообразные экологические ниши и обеспечивает устойчивое существование вида в г. Ижевске и его окрестностях.

## Литература

1. Полевая геоботаника. М. Л., 1964. Т. 3. 447 с.
2. Раменский Л.Г. Проблемы и методы изучения растительного покрова // Избранные работы. Л: Наука, 1971. 334 с.
3. Серебряков И.Г. Морфология вегетативных органов высших растений. М.: Советская наука, 1952. 392 с.
4. Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляции как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки, 1975. № 2. С. 7-34.
5. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. - М.: Наука, 1983. 197 с.
6. Грохлина Т.И., Ханина Л.Г., Зубкова Е.В. Программа обработки геоботанических описаний по экологическим шкалам ECOSCALEWIN: новые возможности // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: Материалы III Всероссийской научной конференции. Йошкар-Ола, Пущино, 2008. С. 467-469.
7. Плохинский Н.А. Биометрия. М.: Изд-во МГУ, 1970. 367 с.
8. Зайцев Н.Г. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1984. 424 с.

9. Веселкова Н.Р., Красноперова С.А. Био- и морфэкоотипы ежи сборной (*Dactylis glomerata* L.) в г. Ижевске и его окрестностях // Флора Урала в пределах бывшей Пермской губернии и ее охрана: материалы Межрегиональной конференции, посвященной 140-летию со дня рождения П.В. Сюзева. Пермь, 2007. С.46-50.

10. Работнов Т.А. Вопросы изучения состава популяций для целей фитоценологии // Проблемы ботаники. 1950. Вып. 1. С. 465-483.

11. Животовский Л.А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология. 2001. №1. С. 3-7.

12. Ростова Н.С. Изменчивость системы корреляций морфологических признаков. I. Естественные популяции *Leucantenum vulgare* Lam. (Asteraceae) // Бот. журн. 1999. Т.84. №11. С. 50-66.

**И.Б. Воробьева, Е.В. Напрасникова, Н.В. Власова**

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск

### **ВЛИЯНИЕ ИРКУТСКО-ЧЕРЕМХОВСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЮГО-ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ БАЙКАЛА**

Технический прогресс, открывая безграничные возможности перед человечеством, все теснее привязывает его к природе множеством новых и неожиданных нитей.

Урбанизация ведёт к росту потребления энергии, увеличению содержания в атмосфере углекислого газа, окислов серы, азота, аэрозольных примесей, что оказывает вредное воздействие на окружающую среду и здоровье населения.

Экологическое состояние (ЭС) – совокупность условий среды обитания и жизнедеятельности населения (состояния атмосферного воздуха, вод, почв, растительности и др.). ЭС урбанизированных территорий оценивается по комплексу признаков. Существенным признаком является наличие зон экологического воздействия городов, весьма различных в зависимости от характера и концентрации производств и географического положения населенного пункта.

Иркутская агломерация возникла в результате формирования тесных связей между Иркутском и городами-спутниками: Шелехов, Ангарск, Усолье-Сибирское и Черемхово как часть Иркутского территориального производственного комплекса и является одной из крупнейших в Сибири в промышленном, транспортном, научном и культурном отношениях. Это район активного хозяйственного освоения и контрастных природных условий. Здесь сосредоточены около 37 % населения области, почти половина промышленного потенциала.

В городах юга Восточной Сибири, помимо высоких промышленных и транспортных нагрузок острота, ЭС усугубляется преобладанием

антициклонального режима атмосферы и низким коэффициентом её самоочищения. Для Иркутско-Черемховской агломерации к этому добавляется расположение в понижениях рельефа.

Установлено, что зона экологического воздействия Иркутско-Черемховской промышленной агломерации, где объединяются загрязнения многих промышленных и транспортных пунктов, составляет около 300 км, достигая побережья Байкала.

**Цель и задачи исследований** – изучение экологического состояния природных и антропогенных ландшафтов юго-западного побережья оз. Байкал и изменений, которые характеризуют ожидаемое состояние, и картографирование эколого-геохимических ситуаций.

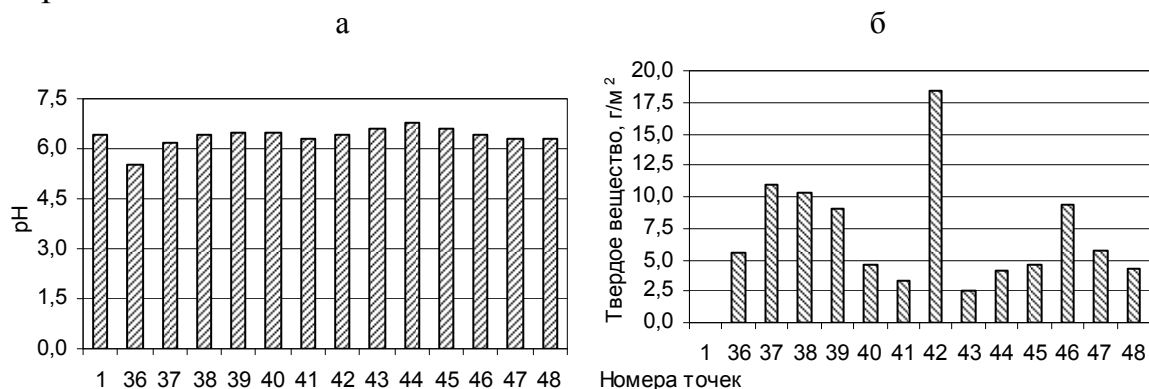
Поселок Листвянка и сопредельные территории на юго-западном побережье Байкала являются предметом исследования, объектом детального изучения явился снежный покров как информативный индикат загрязнения окружающей среды.

Поселок, расположен на берегу залива Лиственничного у истока Ангары. Узкой лентой протянулся по нижней байкальской террасе. Крутые склоны Приморского хребта над поселком пересекают пади Малая и Большая Черемшанки, Крестовая, Банная и Сенная.

Продолжительность зимнего сезона на юге Байкала составляет около 130 дней, зима начинается в первой декаде ноября и длится до третьей декады марта. Таким образом, самый длительный зимний сезон составляет 4,5-5,5 мес. Процесс формирования снежного покрова на природных и антропогенных территориях происходит одновременно. В течение зимнего периода загрязнение атмосферы как бы проецируется на однородный по свойствам естественный субстрат – снежный покров, который сохраняет геохимическую информацию вплоть до начала снеготаяния. При таянии снега твердое вещество, накопившееся в его толще, в первую очередь попадает в почву и поверхностные воды, оказывая влияние на их химический состав.

С целью оценки загрязнения природной среды на территории исследования отбирались пробы снега в различных функциональных зонах (природной, рекреационной, селитебной, транспортной). Пробы снега растаивали при комнатной температуре, фильтровали для определения содержания элементов в жидкой части и выделения твердой фракции выпадений. По массе осадка определяли общее количество пыли, выпадающей на единицу площади. Установлено, что в снежном покрове в селитебной зоне, вблизи автомобильных дорог и судоверфи минерализация возрастает в десятки раз. Щелочно-кислотные условия (рН) находятся в пределах 5,5–6,8, т.е. среда меняется относительно слабо (рисунок). Значения рН 5,5 приурочены к местам, где влияние автотранспорта минимально, а значения более 6,5 регистрируются на протяжении всей автомобильной трассы по береговой террасе.

Содержание твердого вещества в снежном покрове зависит от местоположения и варьирует от 0,1 до 18,4 г/м<sup>2</sup>. На снежный покров попадают продукты сжигания топлива, поскольку в поселке в основном печное отопление и это четко прослеживается по результатам содержания твердого вещества.



Изменение величины рН (а) и содержания твердого вещества (б) в пробах снега на побережье оз. Байкал (п. Листвянка)

Из жидкой фазы (талая вода) определен следующий состав элементов: молибден, марганец, барий, кальций, алюминий, калий, магний, свинец, никель, медь, бериллий, ванадий, натрий, хром, железо, кремний, цинк, стронций, титан, кобальт и кадмий.

Высокое содержание сульфат- и хлорид-иона свидетельствует о поступлении серы и хлора из атмосферы, аэрозоли которых оседают на поверхность. Увеличение их концентраций в атмосфере обусловлено влиянием Иркутско-Черемховской промышленной агломерации и северо-западным переносом воздушных масс по долине Ангары (см. таблицу).

Химический состав снега на побережье оз. Байкал (п. Листвянка), мг/л

№ точки	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Минерализация
37	1,7100	6,2500	1,4200	0,8890	0,2770	2,2450	0,4830	13,2700
51	3,9650	9,8750	4,1700	1,1675	0,7695	3,5025	0,4760	23,9255
38	4,6650	1,1500	5,8100	2,3725	0,7530	4,6745	0,7485	24,2235
013	6,1000	5,5000	7,1000	2,0630	0,7770	3,8910	0,6770	26,1100
39	3,6300	6,9750	5,1500	1,7950	0,4005	2,7650	0,5125	22,1280
40	1,5033	4,1267	5,4400	2,0697	0,9903	2,5003	0,4437	17,0740
41	2,3925	3,5925	5,1300	1,8810	0,7248	1,5257	0,4187	12,6720
42	3,4150	5,3200	8,8300	4,7515	0,7485	4,6110	0,8835	28,5595
43	1,3400	10,2000	1,9500	0,5520	0,4210	1,1830	0,3040	15,9500
16	1,8300	3,1025	3,6225	1,0773	0,2568	1,7383	0,3255	11,9528
44	3,6000	3,7000	1,4200	1,0270	1,3080	2,3810	0,6610	14,1000
45	1,8300	3,2800	1,4200	0,5360	0,1940	1,1270	0,4090	8,8000
18	1,3878	1,8250	2,2350	0,3893	0,2095	1,0517	0,3127	7,7863
010	3,5075	4,5775	6,0275	3,8060	0,5960	7,2457	1,7553	30,2670



Горная местность и крутые, каменистые склоны служат препятствием для активного хозяйственного использования всей территории, поэтому масштабы техногенного преобразования сравнительно невелики и большей частью коснулись самого побережья и предгорной части территории.

**С.С. Воронич, А.Г. Хлопаев, Ю.С. Шадская**

Аналитическая лаборатория ГУП г. Москвы  
«Государственный природоохранный центр» ДПиООС, г. Москва

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ГОРОДСКИЕ ПОЧВЫ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА МОСКВЫ)**

В целях предупреждения аварийных ситуаций на дорогах в городе Москве в зимний период применяются различные противогололедные материалы (ПГМ) [1]. На сегодняшний момент разрешенными к применению являются следующие виды ПГМ:

1. Жидкие:

– ХКМ – 28% раствор хлористого кальция модифицированного (ТУ 2149-026-13164401-98 или стандарт производителя (только применявшиеся в городе ранее или прошедшие широкомасштабные испытания на объектах дорожного хозяйства в зимний период 2005-2006 годов);

– АГС (антигололедное средство) – 24 % многокомпонентный раствор хлорида магния, хлорида натрия, хлорида кальция и хлорида калия (ТУ 2152-030-00203275-2005).

2. Твердые:

– хлористый кальций в гранулах (ХК) с содержанием основного вещества не менее 85% (ГОСТ 450-77 с изменениями 1-3);

– композиция хлористых солей кальция и натрия – «Айсмелт» (ХКНМ) (ТУ 6-01-05-100-2001 с изменениями 1-3);

– композиция солей хлористого калия, натрия, кальция и магния – СБГ (сорт 1 и сорт 2) - средство борьбы с гололедом (ТУ 2149-005-50267458-2003 с изменениями);

– натриево-магниевый ацетат – «Ацедор» (ТУ 2149-003-45052508-02).

3. Фракционные:

– мелкий гранитный щебень фракций 2-5 мм предусматривается в качестве ПГМ для определенных погодных условий как на проезжей части, так и на тротуарах.

Использование первых 2 видов ПГМ объясняется тем, что композиции солей (когда в одной грануле присутствует заданное количество различных солей в определенной пропорции) в случае

нарушения технологии их использования оказывают наименьшее негативное воздействие на компоненты окружающей среды (воздух, почву, воду, растения и т.д.), а содержащиеся в них биофильные элементы (калий, кальций и др.) могут даже способствовать улучшению условий минерального питания зеленых насаждений и повышают плодородие почв.

Для контроля качества поставляемых противогололедных реагентов в г. Москве создана и функционирует специальная система контроля качества ПГМ, частями которой являются:

- проведение входного контроля качества ПГМ, т.е. осуществляется отбор проб ПГМ из промышленной партии ПГМ или из емкостей (жидкие реагенты) на базах хранения реагентов в целях установления их соответствия представленным для комплексных исследований образцам, техническим условиям и иным разрешительным документам.

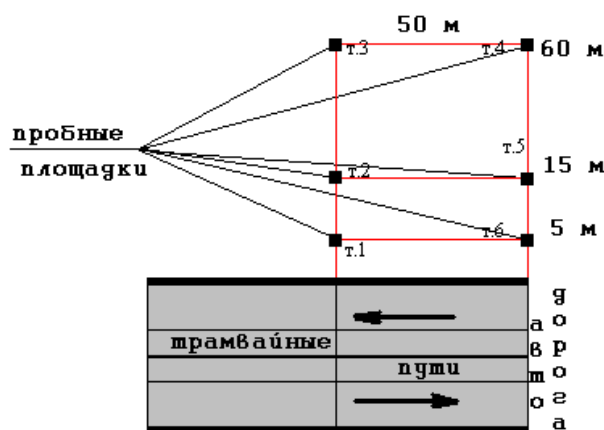
- проведение оценки качества почв после зимнего периода.

В 2007-2010 гг. авторами были проведены работы по изучению влияния противогололедных материалов на состояние почв в районе улицы Шаболовка (рисунок).

Оценка влияния ПГМ включает два этапа:

- проведение оценки качества почв перед началом зимнего периода;
- определение влияния ПГМ на городские почвы после зимнего периода [1].

Для этого в осенний и весенний период 2007-2008 гг. были отобраны пробы почв. Отбор проводился согласно ГОСТ 17.4.4.02-84 «Почвы.



Отбор проб почвы

Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа» и ГОСТ 28168-89 «Почвы. Отбор проб» с учетом требований международных стандартов (ИСО 10381-1 и ИСО 11464). С учетом того, что источником возможного загрязнения почвы может быть и сама автомобильная трасса, а также трамвайные пути, площадки пробоотбора

размещались по линиям, идущим перпендикулярно улице (рисунок): две линии, удаленные друг от друга на расстоянии 50 м. Расстояние от края

полотна автомобильной дороги до площадок пробоотбора составляло 5, 15 и 60 м (фоновая точка).

Отбор точечных проб почвы производился на пробных площадках размером 1,0×1,0 м из одного слоя (горизонта) с глубины 0-20 см методом конверта, по диагонали, через равные интервалы. Точечные пробы отбирались почвенным буром, выполненным из «инертного» материала. На одной пробной площадке отбиралось не менее 5 точечных проб, которые после смешения использовались в качестве одной объединенной пробы для последующего лабораторного анализа.

Результаты проведенных исследований представлены в таблице.

Результаты количественного химического анализа почвы,  
(концентрация) мг/кг

Вещество	5 м	15м	60 м	ПДК	НД на метод КХА
	Среднее значение концентраций				
	т.1 и т.6	т.2 и т.5	т.3 и т.4		
Хлориды	121,0/335,0*	114,0/136,0	34,0/95,4	1680,0	ГОСТ 26425-85
Цинк	180,0/207,0	103,0/100,0	97,0/107,0	220,0	ПНД Ф 16.1:2.3:3.11-98
Кадмий	1,4/1,4	0,6/0,8	0,9/0,9	2,0	
Свинец	101,0/108,0	41,0/46,0	33,0/37,0	130,0	
Медь	47,0/45,1	40,0/42,0	41,0/44,8	132,0	

\*в числителе приведено значение концентрации в осенний период, в знаменателе - в весенний период

По результатам анализов проб почв, превышений предельно допустимых концентраций по действующим веществам, составляющим основу ПГМ, обнаружено не было.

## Литература

1. Доклад о состоянии окружающей среды в городе Москве в 2007 году [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mosecom.ru/reports/2007/index.php>

**Р.В. Галиулин, Р.А. Галиулина**

Институт фундаментальных проблем биологии РАН, г. Пущино

## **ЗАГРЯЗНЕНИЕ УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ КАНЦЕРОГЕННЫМ ВЕЩЕСТВОМ – БЕНЗ(А)ПИРЕНОМ ИЗ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ**

Исследования загрязнения урбанизированной территории бенз(а)пиреном (C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>) имеют важное значение для определения риска воздействия этого канцерогенного вещества на человека через воздух и почвенную пыль. Данная проблема особенно актуальна для городов

Челябинской области, в том числе Челябинска, в которых объекты теплоэнергетики (ГРЭС, ТЭЦ, ЦЭС и котельные) работают на местных бурых и частично привозных углях и на природном газе, где их газообразные и аэрозольные выбросы могут содержать бенз(а)пирен, образуемый при сжигании топлива, в ходе последовательных реакций полимеризационного типа. В результате воздушной миграции бенз(а)пирена высокодисперсным аэрозолем (диаметром  $<1$  мкм) он обнаруживается в достаточно высоких концентрациях на расстояниях 5-10 км от источника загрязнения. Как оказалось содержание бенз(а)пирена на территории Челябинска, а именно в почвах прибрежной полосы реки Миасс и озера Первое, дренирующих ареал города, превышает предельно допустимую концентрацию ПДК (20 мкг/кг) в 5,2-28,8 раза. Свидетельством загрязнения атмосферного воздуха бенз(а)пиреном явилось его обнаружение в дождевой воде в количестве 0.022 мкг/л, превышающем ПДК для воды (0,005 мкг/л) в 4,4 раза. Кроме того, бенз(а)пирен определялся в количествах до 17,5 и 10,5 мкг/кг соответственно в коре тополя серебристого (*Populus alba*) и надводной биомассе тростника обыкновенного (*Phragmites communis*), что является результатом аккумуляции вещества растениями, в том числе за счет внешнего его захвата из воздушной среды. Различия в содержании бенз(а)пирена в растениях объясняются тем, что кора дерева отличается высоким содержанием липидов (жироподобных веществ) и поэтому накапливает на каждый квадратный сантиметр поверхности больше липофильного вещества, чем надводная биомасса тростника. В сложившейся геоэкологической ситуации основной профилактической мерой должно быть осуществление систематического контроля за содержанием бенз(а)пирена в атмосферном воздухе, осадках и почве с оперативным оповещением местного населения о риске интоксикации организма через воздух и почвенную пыль.

**Е.Ю. Головина**

Российский государственный университет им. И. Канта, г. Калининград

### **ВЛИЯНИЕ КИСЛОТНОГО ДОЖДЯ НА НАКОПЛЕНИЕ АНТИОКСИДАНТОВ У *VICIA SATIVA* L.**

Одна из глобальных проблем современности – возрастание кислотности атмосферных осадков. Термином «кислотные дожди» называют все виды метеорологических осадков: дождь, снег, град, туман, дождь со снегом, рН которых меньше, чем среднее значение рН дождевой воды (рН 5,6) [Гетко, 1989]. Растения обладают разными системами

защиты от неблагоприятных факторов: увеличивается содержание таких антиоксидантов, как аскорбиновая кислота, рутин, флавоны, полифенольные соединения [Smirnoff 1996; Wheeler et al., 1998]. Однако до сих пор механизмы функционирования систем антиокислителей у растений изучены недостаточно. Данные по влиянию кислотного дождя на растения малочисленны. Целью нашего исследования явилось изучение действия модельного кислотного дождя на накопление антиоксидантов (аскорбиновой кислоты, рутина и антоциановых пигментов) в онтогенезе растений. В качестве объекта исследования использовались 5-10-дневные проростки вики посевной (*Vicia sativa* L.) сорта Орловская, выращенные на свету интенсивностью 5 Дж/м<sup>2</sup> · с в установке ТШК-1 ФЛОРА. Растения подвергались обработке модельными кислотными дождями с pH=1,8. В состав раствора модели входили 1%-е растворы серной, соляной и азотной кислот. Количественное содержание рутина и аскорбиновой кислоты определялось титрометрически [Чупахина и др., 2004], антоциановые пигменты [Муравьева и др., 1981] и каротиноиды [Чупахина и др., 2004] – спектрофотометрически.

В ходе исследования было показано, что однократная обработка растений модельным кислотным дождём увеличивала содержание исследуемых антиоксидантов (аскорбиновой кислоты, рутина, антоцианов, каротиноидов) в проростках вики посевной, в случаях ежедневной обработки их уровень был ниже контрольного. Следовательно, механизм адаптации опытного растения к стрессу, который мог быть вызван кислотным дождем, проявляется в активном синтезе антиоксидантов и одновременном их использовании на детоксикацию продуктов окислительного стресса.

**А.В. Горбунов, Е.Н. Лукьянова, П.А. Иноземцев, Л. Турланова**

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

### **СИЗЫЙ ГОЛУБЬ (*COLUMBA LIVIA*) КАК ФАКТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА**

Во всех крупных городах Европы и России сизый голубь стал постоянным и одним из многочисленных видов позвоночных животных, тесно сожительствующих с человеком. Высокая плотность, значительная биомасса и присутствие голубя во всех орнитологических сообществах указывают на его доминирующее положение в биоценозе города. Рост численности голубя повысил риск столкновения птиц с самолетами и автотранспортом, вызывает массовое загрязнение голубиным пометом и увеличил масштабы биоповреждений в городах. Благодаря высокой

подвижности, колониальному образу жизни и питанию на мусорных свалках, голубь способствует распространению заболеваний вирусной, бактериальной, протозойной, гельминтозной и паразитарной этиологий. Популяция голубя поддерживает постоянный очаг орнитоза в городе. Поэтому в Европе факт жизнедеятельности городского голубя учитывается при организации жилой застройки, в санитарно-эпидемиологическом и экологическом мониторинге урбанизированной территории. Учитывая непредсказуемость экологических последствий роста численности популяции голубя, в некоторых крупных городах (Венеция, Прага, Гамбург и др.) уже практикуется ограничение его численности. Цель нашей работы – показать способность голубя загрязнять селитебную зону города.

В городе Саратове сизый голубь обитает во всех районах и заселяет любое многоэтажное строение с доступом к чердачным пролетам. На чердаках образуются «гнездовые колонии» размером от 4 до 120 пар голубей. Чаще встречаются колонии численностью 15-40 голубей. В жилом квартале голубь заселяет 20-80% зданий (чаще 37%). В частном секторе города колонии не образуются; в многоэтажной старой застройке они обычны; в многоэтажной новой застройке – многочисленны и в современной застройке – редки. Третья категория жилого фонда преобладает. В 2010 году численность городской популяции оценивалась в 70-80 тыс. голубей.

Чердаки здания – это ключевое жизненное пространство экологической ниши голубя. Здесь происходят спаривание, размножение и основная дефекация птиц; размещаются гнезда, места отдыха, ночевки; укрытия; образуются трофические и топические связи; формируется социальное поведение (хоменг, импринтинг). Жизнь на чердаках занимает большую долю бюджета голубя: летом 25-40 % времени в сутки, зимой 65-70% того же времени.

Постоянное местообитание колонии на чердаке характеризуется большим числом гнезд – 25-370. Их биомасса составляет от 6,25 – 92,5 кг, до 107,5 – 1591,1 кг на одном чердаке. В качестве строительного материала в гнезда заносятся веревки, вата, обрывки ткани, полиэтиленовая пленка, проволока, бумага, оболочка от кабеля. Пол чердака усеян экскрементами голубя, которые образуют субстрат из смеси керамзита, мелкого щебня, песка, экскрементов и стеблей растений. В 1 кг поверхностного субстрата стебли составляют до 20 г, экскременты – до 36 г. На площади чердака 780 м<sup>2</sup> их общая биомасса достигает 729,3 кг. Основной объем экскрементов размещен компактно в гнездах и главным образом в кучках – «сталагмитах» высотой 10-60 см. Их биомасса составляет 250-1050 кг. На чердаке многочисленны трупы и мумифицированные тушки птиц. Их количество на одном чердаке может достигать до 400 штук.

На голубе паразитируют пухоеды (100 % случаев), перьевые клещи (65 %), блохи, иксодовые, аргазовые, краснотелковые клещи (8-15 %); у 15 % птиц встречены гельминты. В гнездах отмечено 14 отрядов членистоногих, среди которых доминируют жесткокрылые, двукрылые, ногохвостки, чешуекрылые и клещи. Часто встречаются личинки мух и кожеедов. Птенцы голубя регулярно попадают в вентиляционные шахты квартир, где погибают и разлагаются. Через вентиляционные отверстия в квартиры проникают все микроскопические сочлены голубиногo биоценоза, в том числе блохи, клещи, личинки и жуки кожеедов. Тем же путем в квартиры заносится воздушная смесь пыли, частиц помета, яиц гельминтов, пухоеды и перьевые клещи голубя.

Таким образом, жилые строения города являются одной из основных частей экологической ниши городской популяции сизого голубя. Формирование и использование ниши обусловлено колониальным образом жизни, интенсивностью и почти круглогодичным процессом размножения. На чердаке здания формируется селитебная микроэкосистема с большей массой органических остатков голубя и растительного гнездового материала. На этом субстрате образуются консорции со специфическими микро-, зоо-паразитоценозами. В микроэкосистеме преобладают 4 типа консорций: гнездо с подстиляющим субстратом, труп голубя с субстратом, «сталагмит» экскрементов и поверхностный субстрат чердака. Разложение экскрементов и трупов голубя образует органическую пыль и микрочастицы экскрементов с микрoзоoрoганизмaми, которые попадают в воздушную систему жизнеобеспечения жилья человека.

**Т.И. Губина, А.С. Жутов, С.М. Рогачева**

Саратовский государственный технический университет

## **ИЗУЧЕНИЕ ОТКЛИКА РАЗЛИЧНЫХ ТЕСТ-ОБЪЕКТОВ НА СОЛЕВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДОЕМОВ**

В поверхностных водах накапливаются разнообразные соединения естественного и антропогенного происхождения, обуславливающие их загрязненность и токсичность. Определить степень токсичности вод можно с помощью биотестирования. Важным экологическим фактором для микроводорослей, простейших, высших растений является соленость. Неблагоприятное воздействие избытка солей на высшие растения и водоросли проявляется в снижении активности роста, уменьшении их продуктивности, смещении физического роста [1].

Целью данной работы явилось изучение отклика различных биотестов на солевое загрязнение, вызываемое KCl и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Проведено

изучение влияния модельных водных растворов солей KCl и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> в различных концентрациях на следующие тест-организмы: культуру водоросли хлорелла, семена кресс-салата, люминесцентные бактерии и инфузории. Выбор тест-организмов обусловлен имеющимися гостированными методиками определения токсичности вредных веществ [2].

В основе биотестирования на хлорелле лежит сравнительный анализ размножения и роста её клеток в водном растворе модельных веществ (KCl и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) по измерению оптической плотности изучаемых растворов. Установлено, что хлорид калия в концентрации 1 – 10 мг/л, а сульфат натрия в концентрации 25 – 180 мг/л не оказывают токсического действия на хлореллу. Хлорид калия в концентрации 15 – 100 мг/л подавляет рост тест-культуры более чем на 20%, а сульфат натрия в концентрации 500 мг/л на 37% по сравнению с контролем, что свидетельствует о проявлении острого токсического действия солей на данный тест-объект.

При биотестировании с использованием семян кресс-салата определялся процент их прорастания и контролировался рост проростков. В ходе эксперимента установлено, что все исследуемые концентрации солей (KCl – 1 мг/л и 100 мг/л, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – 25 мг/л и 180 мг/л) не влияют на прорастание семян: предварительно замоченные семена проросли в контроле и в солевых растворах, т.е. изучаемые соли не оказали токсического влияния на прорастание и рост проростков.

В опытах на люминесцентных бактериях сравнивали изменение интенсивности биолюминесценции микроорганизмов в контроле и при воздействии KCl и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Полученные результаты свидетельствуют о том, что анализируемые пробы не токсичны для тест-объекта, так как интенсивность биолюминесценции в исследуемых растворах больше, чем в контроле и индекс токсичности равен 0. То есть не происходит гашение их биолюминесценции за 30-минутный период экспозиции. При изучении воздействия различных концентраций Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> на люминесцентные бактерии установлено, что более высокие концентрации – 180 мг/л и 500 мг/л субстрата не оказывали токсического действия на бактерии. Гашение биолюминесценции бактерий наблюдалось при воздействии Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> в малых концентрациях (25 и 50 мг/л), что свидетельствует об их токсичности.

Установлено, что растворы Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и KCl в концентрации 25 и 5 мг/л соответственно имеют допустимую степень токсичности для инфузорий. Наиболее чувствительными простейшие проявили себя при действии на них растворов KCl и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> с содержанием солей 100 и 180 мг/л соответственно. Данные концентрации солей обладают высокой степенью токсичности для простейших.

Таким образом, показано, что используемые тест-объекты по-разному чувствительны к субстратам KCl и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Инфузории наиболее чувствительны к данным токсикантам. По отношению к KCl одноклеточные



результаты были получены для бактерий и кресс-салата. Хлорелла избирательна к разным концентрациям солей: концентрации КС1 более 15 мг/л и  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  более 100 мг/л вызывают острую токсичность. Экспериментальные данные, полученные при определении токсичности  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  на различных тест-объектах, противоречивы, что не позволяет провести корреляцию между результатами. Наиболее достоверные результаты получены при использовании инфузорий.

## Литература

1. Поляков В., Ластовец Н. Биоиндикаторы и методы биоиндикации загрязнения среды. // Экологический вестник России. 2002. №11. С.49-60.
2. Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие / под ред. О. П. Мелеховой, Е. И. Сарапульцевой. 2-е изд., испр. М.: ИЦ «Академия», 2008. 288 с.

## В.П. Евдокимова

Поморский государственный университет, г. Архангельск

### **ЖЕЛЕЗО И МАРГАНЕЦ В ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВЕ УРБОЛАНДШАФТОВ г. АРХАНГЕЛЬСКА**

Определению степени загрязнения почв тяжелыми металлами уделяется в настоящее время большое внимание. Особый интерес представляют железо и марганец, которые, выполняя важнейшие почвообразующие и биогеохимические функции, могут являться и техногенными загрязнителями почв.

По содержанию в почвах железо занимает среди химических элементов четвертое место после О, Si, Al. Железо считается важнейшим металлом, участвующим в преобразовании энергии, необходимой для синтеза и других жизненных процессов в клетках. Железистая недостаточность влияет на различные физиологические процессы, что находит отражение в ослаблении роста растений и снижении их урожайности. Но существует и токсическое воздействие железа на растения, связанное с избытком растворимых форм железа в почвах.

Марганец является одним из наиболее распространенных микроэлементов в литосфере. Содержание марганца близко к содержанию Р, S, Ti. Значение соединений марганца для состояния почв очень велико, поскольку он является питательным элементом для растений, контролирует поведение ряда других питательных микроэлементов. Кроме того, марганец оказывает существенное влияние на некоторые свойства почв, в частности на равновесие системы Eh–pH. Несмотря на

необходимость марганца растениям, при высоких концентрациях он оказывается уже токсичным.

Геохимия соединений марганца тесно связана с поведением соединений железа. В частности, предполагается их взаимосвязь при окислительно-восстановительных реакциях.

В общем случае железо и марганец взаимосвязаны в своих метаболических функциях, а их адекватное соотношение (обычно оно изменяется от 1,5 до 2,5) является необходимым условием для нормального развития растений.

В работе представлены результаты исследования особенностей накопления железа и марганца в почвенно-растительном покрове урбанизированных ландшафтов г. Архангельска.

Объектами исследования являются почва и растения промышленной, селитебной, луговой и лесной зон г. Архангельска. В качестве контроля использовались: дерновая маломощная легкосуглинистая почва и растения, собранные на суходольном лугу в д. Бабонегово. Анализируемые пробные площади представлены тремя типами почв: культуроземы, урбаноземы, реплантоземы, естественная дерновая почва.

Уровень валового содержания марганца в почвах промышленного, селитебного и лесного ландшафтов можно оценить как средний. В то же время в почвах лугового ландшафта содержится избыточное количество данного элемента, и на единичных пробных площадях наблюдается превышение ПДК в 3 раза.

Следует отметить, что особое внимание уделялось определению подвижных форм железа и марганца в почве, поскольку это та часть элементов в почвенном растворе, которая в данный момент времени является доступной растениям и может быть вовлечена в биогеохимический круговорот веществ.

Прослеживается сезонная динамика накопления данных элементов в почвах. Содержание Fe и Mn снижается в ряду: весна → лето → осень.

В ландшафтах содержание подвижного марганца увеличивается в ряду: селитебный → луговой → промышленный → лесной.

Для оценки экологического состояния почв были рассчитаны коэффициент концентрации ( $K_k$ ) и коэффициент аномальности ( $K_a$ ). Как для железа, так и для марганца  $K_k$  и  $K_a$  выше 1, что указывает на наличие техногенного загрязнения почв урболандшафтов этими элементами, причем для марганца показатели выше.

Анализ экспериментальных данных свидетельствует о том, что на содержание железа и марганца в почвах влияют целый ряд факторов.

1. Тип почв. Содержание марганца и железа снижается в ряду: урбанозем → культурозем → реплантозем → естественная почва.

2. Корреляционный анализ выявил наличие прямой зависимости между содержанием подвижных соединений железа и марганца в почве и

содержанием органического углерода. Это связано с тем, что гуминовые и фульвокислоты способны фиксировать железо и марганец за счет образования комплексных соединений.

3. Существует прямая зависимость между содержанием актуальных запасов железа и марганца в почвах и pH почвенного раствора. Это вызвано тем, что исследуемые почвы имели слабощелочную реакцию среды, которая способствует закреплению подвижных форм железа и марганца в почве за счет образования труднорастворимых гидроксидов и основных солей.

4. Концентрация железа и марганца снижается в ряду: средний суглинок → супесь → песок. Глинистые минералы способны удерживать соединения железа и марганца на своей поверхности в результате процессов адсорбции, а песчаные почвы такими свойствами не обладают.

5. Для изучения миграции железа и марганца по почвенному профилю был рассчитан элювиально-аккумулятивный коэффициент ( $K_{э-а}$ ), который как для железа, так и для марганца меньше 1. Это свидетельствует о накоплении металлов в нижних почвенных горизонтах, что связано с вымыванием подвижных соединений железа и марганца в условиях промывного водного режима почвы. Кроме того, нельзя не учесть тот факт, что большинство верхних горизонтов почв опесчанены, что способствует быстрому вымыванию подвижных соединений металлов из песчаных и супесчаных горизонтов.

6. Наблюдается ярко выраженная прямая корреляционная зависимость содержания подвижных соединений железа и марганца друг от друга. Таким образом, можно полагать, что элементы взаимно влияют на накопление друг друга в почвах.

Рассчитанные значения  $K_k$  для растений указывают на то, что во всей растительности урбанизированного ландшафта г. Архангельска наблюдается превышение содержания железа и марганца по сравнению с контролем, что свидетельствует о наличии интенсивного техногенного воздействия.

Результаты исследования распределения железа и марганца в различных органах растений говорят о том, что максимальные количества данных элементов содержится в корневой системе как городских растений, так и растений, произрастающих на естественных почвах. Корни выступают своеобразным биохимическим барьером при поступлении металлов в наземные органы.

Для оценки экологического состояния системы почва–растение были использованы некоторые биогеохимические показатели.

Коэффициент биогеохимической подвижности ( $K_{бгхп}$ ) характеризует степень потребления растениями элементов или их актуальную доступность растениям. Анализ экспериментальных данных показал, что

марганец характеризуется большими значениями  $K_{\text{бгхп}}$ , а значит, обладает большей доступностью для растений.

Коэффициент биологического накопления (КБН) характеризует способность к накоплению химического элемента. Полученные значения КБН позволяют отнести железо к элементам слабого захвата, а марганец к элементам слабого накопления или среднего захвата.

Сравнение значений КБН указывает на то, что наибольшая способность к накоплению железа и марганца наблюдается у древесной растительности. Это связано с продолжительностью жизненного цикла деревьев и более развитой их корневой системой.

**Е.Б. Евдокимова, С.К. Заостровцева**

Калининградский государственный технический университет

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕКИ ПРЕГОЛЯ (г. КАЛИНИНГРАД) ПО СОСТАВУ ФАУНЫ ПАРАЗИТОВ РЫБ**

Река Преголя – вторая по величине (после р. Неман) река Калининградской области является главным элементом архитектурного пейзажа города Калининграда. Применительно к данной реке важнейшим следствием постоянно вносимых в нее с производственно-бытовыми и природными стоками загрязнений стало подавление видового разнообразия населяющих ее гидробионтов и симбиотического взаимодействия между ними. Воды реки характеризуются от «умеренно загрязненных» (III класс), до «грязных» (IV класс).

Материалом для нашей работы послужили исследования, проведенные в 2000-2005 гг. Методом полного паразитологического анализа обработано 168 экземпляров 10 видов рыб (щука – 4, лещ – 21, красноперка – 15, густера – 19, укляя – 6, жерех – 7, плотва – 33, окунь – 23, ерш – 20, трехиглая колюшка – 20). Обнаружено 59 видов паразитических организмов. Преобладают паразиты с прямым циклом развития (38 видов).

Из 17 видов миксоспоридий 13 видов относятся к роду *Myxobolus*, три вида – к роду *Henneguya* и один вид – к роду *Myxidium*. На рыбах р. Преголи мы отметили наличие уродливых спор миксоспоридий. Особенно часто они обнаруживались у *Myxobolus dispar*, *M.pseudodispar*, *M.musculi* и *M.muelleri*. В районе выброса вод после разработки песка (пос. Комсомольский) у леща мы обнаружили массовое заражение *M.muelleri*. Жабры были сильно ослизнены, с признаками некротического распада и буквально забиты цистами со спорами. При этом около 25 % спор были с искривленными створками, неправильно расположенными полярными

капсулами и, иногда, отсутствовал амeboидный зародыш. Атипичные споры миксоспоридий мы встречали и у рыбы, выловленной из реки в черте города. Безусловно, на хозяина и паразита оказало влияние ухудшение среды обитания. Подобное явление может возникнуть только в случае значительного токсического загрязнения воды в реке.

Инфузорий в рыбах Преголи было найдено 5 видов (*Chilodonella piscicola*, *Apiosoma gasterostei*, *Trichodina urinaria*, *Trichodina jadratica* и *Paratrichodina incisa*). Заражали они плотву, густеру, окуня, щуку и колюшку. Экстенсивность инвазии у разных видов рыб колеблется от 6,1 до 65,2 %. Интенсивность заражения всегда была единичной. Наибольшая экстенсивность инвазии была у *Trichodina urinaria* – паразита мочевого пузыря окуня. Объяснить это можно тем, что паразит хорошо защищен организмом рыбы и внешняя среда влияет на него опосредованно через хозяина. Другие инфузории – паразиты покровов и влияние среды испытывают непосредственно. У плотвы, густеры, окуня они часто обнаруживались не на поверхности тела, а в ротовой полости и на жабрах.

Моногеней на рыбах реки Преголи обнаружено 13 видов, из них восемь видов рода *Dactylogyrus*, три вида рода *Paradiplozoon* и по одному виду из родов *Diplozoon* и *Tetraonchus*. Виды рода *Dactylogyrus* паразитируют на карповых рыбах с низкими показателями экстенсивности, интенсивности инвазии и индекса обилия, находятся в угнетенном состоянии. Известно, что дактилогириды при неблагоприятных условиях среды снижают свою численность. Напротив, виды родов *Diplozoon* и *Paradiplozoon* показывают высокую экстенсивность инвазии. Так у леща она достигает 100,0 %, у густеры – 84,2 %. Несколько меньше зараженность этими паразитами у плотвы: от 36,6 % (*P.rutili*) до 51,5 % (*P.homoion homoion*).

Фауна цестод в отличие от моногеней в реке сильно обеднена – найдено всего четыре вида. *Caryophyllaeus laticeps*, встреченный у леща, развивается через олигохет. Зараженность этим видом составила 23,8 % при интенсивности 1-2 паразита в хозяине и индексе обилия 0,90. Низкая зараженность леща, отсутствие других видов кариофиллид позволяет предположить, что в донных отложениях нижнего течения реки популяция олигохет крайне разрежена. Три других вида (*Triaenophorus nodulosus*, *Ligula intestinalis* и *Proteocephalus cernuae*) в качестве первого промежуточного хозяина используют ракообразных отряда *Copepoda*. Из цестод этой группы только *Triaenophorus nodulosus* паразитирует у трех видов рыб – окуня, ерша и щуки, у первых двух видов – на стадии плероцеркоида, у щуки – в половозрелом состоянии. Небольшой процент заражения рыб этим видом можно объяснить тем, что часть корацидиев *T.nodulosus* сносится течением и не попадает в первого промежуточного хозяина (циклопа). С другой стороны это может быть связано с бедным видовым составом фауны *Copepoda* в зоопланктоне нижнего течения реки в связи с загрязнением.

Трематоды в рыбах реки Преголи насчитывают 12 видов. Из них марит только четыре вида, которые присутствуют в кишечнике леща (*Allocreadium isoporum*), густеры (*Asymphylogaster imitans*), ерша (*Bunoderus lucipercae*) и щуки (*Azygia lucii*). Степень инвазии этими паразитами очень низкая. Метациркурии трематод родов *Diplostomum*, *Posthodiplostomum*, *Tylodelphys* и *Ichthyocotylurus* широко распространены у рыб в реке. Особенно высоко заражение рыб представителями рода *Diplostomum*. Значительная экстенсивность инвазии при интенсивности превышающей 100 экземпляров паразита в хозяине, позволяет сделать вывод о большом количестве в реке моллюсков рода *Lymnaea*, которые обитают в широких зонах высшей водной растительности. Они служат первым промежуточным хозяином для данных трематод и выделяют в воду большое количество церкарий.

Представителей класса Nematoda в рыбах реки Преголи три вида (*Camallanus lacustris*, *Philometra ovata* и *Raphidascaris acus*). Все они развиваются через веслоногих ракообразных – первых промежуточных хозяев. Только *R. acus* может использовать в качестве первого промежуточного хозяина как копепода, так и олигохета.

Состав фауны скребней представлен в рыбах реки Преголи двумя видами (*Acanthocephalus clavula* и *Acanthocephalus lucii*). Заражение взрослыми половозрелыми особями паразитов отмечено у леща, окуня, щуки и пескаря. Лещ и пескарь заражаются, поедая инфицированных гаммарусов или водяных осликов, окунь и щука получают паразита питаясь мелким пескарем и лещом или же непосредственно от зараженных ракообразных. Сильнее других рыб заражен окунь, у леща, щуки и пескаря паразиты встречаются редко.

Паразитические пиявки, моллюски и ракообразные в паразитофауне рыб реки Преголи в черте города представлены по одному виду. Заражение слабое.

Итак, паразитофауна рыб реки Преголи значительно обеднена. Однако на фоне общего обеднения паразитофауны выделяется повышение инвазированности рыб моногенетическими видами родов *Diplozoon* и *Paradiplozoon*, трематодами родов *Tylodelphys* и *Diplostomum*. Моногенетические указанные виды проявляют устойчивость к загрязнению воды (на всех стадиях развития), а метациркурии диплостомид свидетельствуют о присутствии в реке большого количества моллюсков рода *Lymnaea*, которые указывают на усиление процессов эвтрофикации водоема. Смена локализации инфузорий и появление уродливых спор у микроспоридий также говорит о серьезных нарушениях качества воды в реке. Экологическую ситуацию в нижнем течении р. Преголи следует считать неблагоприятной.

## **ПРОГРАММНО-ЦЕЛЕВОЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ**

Экологическая обстановка в городе Братске на протяжении последнего десятилетия остается крайне напряженной. Так, по данным Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова, в 2008 году Братск был включен в Приоритетный список городов с очень высоким уровнем загрязнения атмосферы. В 2008 году означенный список включал в себя 30 городов России. Загрязнение атмосферного воздуха в Братске достигло самого высокого уровня среди городов данного списка (ИЗА=43,9). Средние концентрации по сероуглероду и формальдегиду составили 7-9 ПДК, бензпирену – 4 ПДК, диоксиду азота – 2,6 ПДК. Это основные загрязняющие вещества, поступающие в атмосферу от предприятий алюминиевой и лесопромышленной индустрии. Экологическая ситуация усугубляется крайне низкой естественной способностью атмосферы к самоочищению.

В поверхностные водоемы города ежегодно поступает более 200 млн. м<sup>3</sup> сточных вод. Основными источниками сброса сточных вод являются предприятие филиал ОАО «Группа «Илим» в г. Братске (82% общегородского стока) и МП «Тепловодоканал».

Сточные воды предприятия филиала ОАО «Группа «Илим» в г. Братске, содержащие фенол, сульфаты, таловые продукты, взвешенные вещества, хлороорганические соединения, поступают в водоем рыбохозяйственного назначения первой категории – реку Вихорева, которая превращена этим предприятием в естественный коллектор сточных вод. В реке Вихорева и Усть-Илимском водохранилище сформировалась зона устойчивого загрязнения.

Стоки канализационных очистных сооружений (КОС) характеризуются наличием биогенных веществ (соединений азота и фосфора), СПАВ, жиров, соединений хлора. КОС по ряду специфических веществ не обеспечивает очистку до гигиенических и рыбохозяйственных нормативов.

Объемы образования отходов производства и потребления складываются из трех потоков: от промышленных и торговых предприятий, жилого фонда, учреждений (образования, культуры, спорта).

Ежегодно на территории города образуется более 400 тыс. тонн промышленных и бытовых отходов, из которых более 60% составляют золошлаковые отходы предприятий теплоэнергетики (ОАО «Иркутскэнерго») и около 25% – отходы ОАО «Русал Братск».

Проблема переработки отходов металлургии, теплоэнергетики, лесного комплекса требует незамедлительного решения, что связано с ограниченной емкостью полигонов и накопителей отходов, а также захламленностью территорий города пожароопасными древесными отходами.

Ежегодное образование твердых бытовых отходов (ТБО) находится на одном уровне – около 460 тыс. м<sup>3</sup>.

Ареалы загрязнения почв в результате осаждения компонентов пылегазовых выбросов локализуются вокруг промышленных зон города и распространяются на селитебную территорию города. Компоненты промышленных выбросов превышают естественный фон в десятки раз. Ареалы загрязнения промвыбросами ОАО «Русал Братск» прослеживаются на расстоянии 50 км от завода. Так, превышение естественного фона в жилых микрорайонах по алюминию составляет 133 раза, по фтору – в 35 раза, по бериллию превышение доходит до 40 раз. Интенсивность и состав техногенного загрязнения выбросами предприятия филиала ОАО «Группа «Илим» в г.Братске на фоне мощного и широкого загрязнения алюминиевым заводом выделяются недостаточно отчетливо.

Воздействие промышленных выбросов на городские леса и зеленые насаждения селитебной зоны, накопление в лесных биогеоценозах вредных веществ привели к изменению лесных сообществ. Площадь усыхания хвойных лесов ограничивается радиусом 30 км, а хвойные леса с внешними признаками поражения наблюдаются на удалении до 100 км от промышленной зоны.

В городе отсутствует генеральный план развития, составными частями которого является проект предельно допустимых выбросов, схема обращения с отходами, схема размещения зеленых насаждений в жилых зонах города. Отсутствие схем зонирования территории города в зависимости от экологической нагрузки снижает инвестиционную привлекательность, не позволяет рационально размещать промышленные объекты, совершенствовать природоохранную работу.

На низком уровне находится мониторинг окружающей среды. Промышленные предприятия не оборудованы современными приборами автоматического контроля источников выбросов и концентраций вредных веществ на границах санитарно-защитных зон.

Факторы неблагоприятной окружающей среды наряду с социально-экономическими условиями проживания оказывают негативное воздействие на состояние здоровья населения. Показатели заболеваемости населения города превышают показатели Иркутской области как по общей заболеваемости – на 19%, так и по первичной – на 15%, в том числе: по заболеваниям дыхательной, сердечно-сосудистой и эндокринной систем,



болезням кожи и опорно-двигательного аппарата. Имеет выраженную тенденцию роста и смертность от злокачественных новообразований.

Анализ состояния окружающей среды позволяет установить наличие следующих экологических проблем:

- загрязнение атмосферного воздуха выше допустимого уровня;
- высокий уровень загрязнения поверхностных водоемов;
- загрязнение территории города Братска промышленными и бытовыми отходами;
- высокий риск аварийных ситуаций, связанных с загрязнением окружающей среды;
- высокий класс пожароопасности лесов;
- низкий уровень воспроизводства природных ресурсов;
- низкий уровень благоустройства санитарно-защитных зон предприятий;
- проживание населения в санитарно-защитных зонах промышленных предприятий;
- недостаток научных исследований по экологическим проблемам;
- низкий уровень мониторинга и контроля состояния окружающей среды;
- отсутствие проектной документации и зонирования территории по степени экологической нагрузки.

Комплекс выявленных экологических проблем может быть решен программно-целевым методом. Программно-целевое решение обусловлено также необходимостью координации деятельности промышленных предприятий, муниципальных служб, общественных организаций и жителей города в создании условий, обеспечивающих комфортную и безопасную среду обитания. Начиная с 2007 года, в городе работает муниципальная целевая программа «Охрана окружающей среды и обеспечение экологической безопасности населения города Братска на 2007-2011 годы». Общее управление и контроль за реализацией муниципальной целевой программы «Охрана окружающей среды и обеспечение экологической безопасности населения города Братска на период 2007-2011 годов» осуществляет администрация г. Братска. Ресурсным обеспечением программы являются средства бюджета города, областного и федерального бюджетов, средства предприятий-природопользователей, привлеченные средства.

Целями программы являлись существенное улучшение экологической обстановки, а следовательно, и улучшение качества жизни населения, сохранение здоровья населения, подвергающегося влиянию факторов окружающей среды.

Мировой экономический кризис 2008 – 2010 гг. не позволил выполнить все мероприятия, предусмотренные МЦП.

В настоящее время администрация города Братска и заинтересованные лица работают над проектом новой долгосрочной целевой программы «Охрана окружающей среды и здоровья населения города Братска» на 2012 – 2015 гг.

**З.А. Забродина, Т.И. Губина**

Саратовский государственный технический университет

### **БИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ФОРМАЛЬДЕГИДА НА ВЫСШИЕ ВОДНЫЕ РАСТЕНИЯ**

Загрязнение окружающей среды формальдегидом стало в настоящее время одной из важных экологических проблем крупных городов.

Появление формальдегида в среде обитания обусловлено различными причинами. В атмосферный воздух формальдегид попадает с выхлопными газами автомобилей, выбросами химических, деревообрабатывающих, кожевенных производств. В жилых помещениях формальдегид выделяют пластические материалы и клеи, которыми обработаны деревянные и ковровые покрытия, мебель, полы и т.д., в состав которых входят фенолформальдегидные смолы. В водную среду формальдегид поступает с промышленными и коммунальными сточными водами. В публикациях чаще всего приводятся измерения содержания формальдегида в воздухе, воде и почве и рассматривается его влияние на здоровье человека. Исследований, направленных на изучение воздействия формальдегида на живые организмы, мало, и в основном это эксперименты на лабораторных животных.

Целью нашей работы являлось изучение влияния сверхнизких концентраций формальдегида на высшие водные растения *Lemna minor* и *Elodea canadensis*.

Нами исследовалось действие формальдегида в диапазоне концентраций  $1,33 \times 10^{-8}$  –  $1,33 \times 10^{-16}$  моль/л. Данные концентрации ниже значения ПДК формальдегида в воде ( $1,33 \times 10^{-7}$  моль/л) и представляют собой сверхмалые концентрации.

Полученные результаты показывают, что одни концентрации формальдегида ингибируют рост корней ряски ( $10^{-8}$ ,  $10^{-12}$ ,  $10^{-13}$ ,  $10^{-14}$ ,  $10^{-15}$  моль/л), а другие, наоборот, вызывают рост корней ( $10^{-9}$ ,  $10^{-10}$ ,  $10^{-11}$ ,  $10^{-16}$  моль/л). В целом, водные растворы формальдегида в исследуемых концентрациях оказывают негативное влияние на рост ряски и приводят к развитию хлороза.

При изучении влияния формальдегида на элодею нами установлен немонотонный дозозависимый характер воздействия. Водные растворы

формальдегида с концентрациями  $1,33 \times 10^{-8}$ ,  $1,33 \times 10^{-9}$  и  $1,33 \times 10^{-12}$  моль/л ингибировали ростовые функции растения. При этих концентрациях не отмечалось и появления корней. Наибольший суммарный прирост отмечался у элодеи, помещенной в водные растворы формальдегида с концентрациями  $1,33 \times 10^{-10}$ ,  $1,33 \times 10^{-11}$ ,  $1,33 \times 10^{-14}$  и  $1,33 \times 10^{-16}$  моль/л. Прирост массы элодеи практически во всех концентрациях оказался выше прироста в контроле, т.е. можно сказать, что формальдегид в изучаемых концентрациях стимулирует образование биомассы. Наибольший прирост наблюдался у элодеи, находящейся в водных растворах формальдегида с концентрациями  $1,33 \times 10^{-11}$  и  $1,33 \times 10^{-15}$  моль/л, наименьший – при концентрации  $1,33 \times 10^{-8}$  моль/л. Результаты, полученные при концентрации  $1,33 \times 10^{-15}$  моль/л, противоречат данным по влиянию на рост растения в целом, т.к. при этой концентрации интенсивного роста побега элодеи не происходило. Можно предположить, что данная концентрация формальдегида способна оказывать двойственное влияние на физиологические механизмы, обеспечивающие рост растения и прирост биомассы.

В ходе эксперимента отмечалось обесцвечивание листьев элодеи, что свидетельствует о влиянии сверхнизких концентраций формальдегида на хлорофилл.

Результаты нашего исследования показали, что изучаемые концентрации формальдегида в целом отрицательно влияют на морфологические и физиологические функции высших водных растений. В определенных сверхнизких концентрациях формальдегид обладает двойственной природой влияния на водные растения, что проявляется в ингибирующем и стимулирующем эффекте его воздействия.

**Л.К. Каменек<sup>1</sup>, В.В. Гулий<sup>2</sup>, Д.В.Каменек<sup>1</sup>, В.М. Каменек<sup>1</sup>,  
Е.Г. Климентова<sup>1</sup>, М.А. Терпиловский<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Ульяновский государственный университет;

<sup>2</sup> Университет штата Вермонт, США

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕЛЬТА-ЭНДОТОКСИНОВ BACILLUS THURINGIENSIS КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО АГЕНТА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ**

Основными направлениями развития защиты растений в настоящее время являются разработка, совершенствование и применение интегрированных систем, которые являются безусловной альтернативой

химическому методу. Главным аргументом, определяющим необходимость поиска альтернативных путей, является высокая степень опасности данного метода для окружающей среды, в частности, это относится к токсичности пестицидов для флоры и фауны, медленная детоксикация в окружающей среде, приводящая к загрязнению биоценозов, развитие резистентности вредных организмов к применяемому препарату, что приводит к увеличению норм расхода и кратности обработок.

Наиболее перспективным является применение биологических методов регуляции численности вредных организмов в рамках интегрированных систем, обеспечивающих экологическую безопасность защитных мероприятий. В настоящее время в мире широко используются инсектициды на основе высушенной или пастообразной биомассы различных штаммов специфически активной против насекомых бактерии *Bacillus thuringiensis*, основными токсическими компонентами которой являются белковые дельта-эндотоксины. Недостатком современных бактериальных средств является низкая по сравнению с химическими биологическая активность и наличие балластных веществ и спор, являющихся факторами загрязнения окружающей среды. Нами разработана и запатентована серия препаратов на основе активированного дельта-эндотоксина *B. thuringiensis*. Препараты (рабочее название Дельта) испытаны в течение длительного периода в Ульяновской, Псковской областях, в Бурятии и на Алтае против вредителей (чешуекрылых, пилильщиков и жуков, включая колорадского) сельскохозяйственных, садовых культур и леса и показали биологическую эффективность, сравнимую с таковой для химических инсектицидов. Препараты безвредны для человека и животных, включая полезных насекомых опылителей и фитофагов (пчел, шмелей, наездников, хищников насекомых отряда *Hymenoptera* и др.), максимально безопасны в плане отдаленных экологических последствий, что обусловлено отсутствием жизнеспособных спор и деградацией в окружающей среде под воздействием климатических факторов в течение летнего сезона (при этом гарантированный срок защитного действия составляет 14-21 день), они удобны для применения методом аэрозольного распыления. Допустимо их использование в рекреационных зонах (курортных, заповедных и лесопарковых). Производство препаратов включает размножение бактерии в реакторах-ферментаторах, выделение действующего начала и приготовление препаративной формы. Технология отмечена золотой медалью на Международном салоне инноваций в Женеве в 2005 году.

Благодаря высокоспецифичному взаимодействию с соответствующими рецепторами токсин способен поражать насекомых лишь нескольких родственных видов, являясь безвредным для других членистоногих и прочих организмов.

До недавнего времени *B. thuringiensis* рассматривали исключительно как энтомопатогенный микроорганизм. Однако в последние годы установлено, что помимо инсектицидного действия, он проявляет активность в отношении некоторых бактерий, фитопатогенных грибов и раковых клеток. Полагают, что механизмы антимикробного и энтомопатогенного действия имеют общие черты.

В проведенных нами исследованиях высокую степень чувствительности показали фитопатогенные бактерии родов *Erwinia*, *Pseudomonas* и грибы родов *Fusarium* и *Phytophthora*, возбудители опасных и широко распространенных болезней растений. В лабораторных и полевых условиях использование дельта-эндотоксинов показало высокий защитный эффект в отношении таких заболеваний растений, как бурый бактериоз овса, угловатая пятнистость огурца, фитофторозы картофеля и томатов. Препараты дельта-эндотоксинов достаточно эффективно сдерживали развитие комплекса патогенных микроорганизмов в процессе хранения картофеля, моркови, свеклы и томатов.

Полученные результаты позволят расширить возможности практического использования эндотоксинов различных подвидов *B. thuringiensis* для подавления бактериозов и микозов растений как в вегетационный период, так и при хранении.

Применение в рамках интеграционного подхода комплекса инсектицидов, фунгицидов и бактерицидов нового поколения на основе очищенного и активированного действующего начала бактерии (ее дельта-эндотоксина), обладающих высокой биологической эффективностью и выраженной избирательностью в отношении вредного организма, позволит не только успешно обеспечить сохранность урожая культурных растений и лесных массивов, но и сохранить при этом экологическую чистоту окружающей среды.

**В.А. Козин, З.А. Забродина, К.Е. Левина, Т.И. Губина**

Саратовский государственный технический университет

### **ВЛИЯНИЕ ФОРМАЛЬДЕГИДА НА ВСХОЖЕСТЬ И РОСТОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРЕСС-САЛАТА**

В качестве полимерных покрытий различного назначения широко используются такие синтетические материалы, как фенолформальдегидные смолы, при изготовлении которых используются фенол и формальдегид (ФА). Полимерные покрытия используются при отделке помещений, мебели, при изготовлении пластиковой посуды и т.д. Все используемые органические соединения выделяются в квартирных и

офисных условиях в среду обитания человека. Формальдегид выделяют многие отделочные строительные материалы, ковровые покрытия, пластиковая посуда из меламина, бумажные полотенца и носовые платки.

Ранее нами установлено содержание формальдегида в комнатах и аудиториях 5 и 6 учебных корпусов СГТУ [1]. Известно, что предельно допустимая концентрация формальдегида в воздухе рабочей зоны составляет  $0,5 \text{ мг/м}^3$  [2], т.е. в трех аудиториях из шести есть превышение его ПДК.

Целью данной работы являлось изучение динамики воздействия формальдегида на наземные растения.

Изучено влияние формальдегида на всхожесть и ростовые характеристики кресс-салата. Чашки Петри с семенами кресс-салата помещались в боксы из пластиковых бутылок, в которые впрыскивались пробы с определенными концентрациями формальдегида, соответствующие его содержанию в рабочих помещениях (моль/л):  $3 \times 10^{-9}$ ,  $2,4 \times 10^{-9}$ ,  $1,8 \times 10^{-9}$ ,  $1,2 \times 10^{-9}$  и  $0,6 \times 10^{-9}$ . В качестве контроля использовалась отстояная вода. Полученные результаты приведены в табл.1

Таблица 1

Зависимость прорастания семян кресс-салата от концентрации формальдегида

Концентрация формальдегида моль/л	Количество проросших семян, %		
	Через 3 дня	Через 5 дней	Через 10 дней
контроль	93.3	93.3	100
$3 \times 10^{-9}$	68.9	80	95.6
$2,4 \times 10^{-9}$	73.3	86.7	95.6
$1,8 \times 10^{-9}$	80	84.5	88.9
$1,2 \times 10^{-9}$	60	62.2	97.8
$0,6 \times 10^{-9}$	88.9	93.3	95.6

Известно, что при благоприятных условиях семена кресс-салата начинают прорастать через 3 – 4 дня, о 100% всхожести можно говорить на 10 сутки эксперимента. Как видно из табл. 1, 100% всхожесть отмечается на 10 сутки эксперимента только у семян, находящихся в контрольной пробе. В опытных образцах 100% прорастания не наблюдается.

Следует отметить, что проростки семян, помещенные в боксы с ФА при концентрации  $3 \times 10^{-9}$ ;  $2,4 \times 10^{-9}$ ;  $1,8 \times 10^{-9}$  моль/л очень слабые с плохо выраженной вегетативной частью, т.е., можно отметить, что присутствие формальдегида в воздухе в данных концентрациях оказывает ингибирующее действие на прорастание семян. При концентрациях  $2,4 \times 10^{-9}$  и  $1,8 \times 10^{-9}$  моль/л наблюдалось основное прорастание семян уже на 3 сутки эксперимента, однако к 10 дню эксперимента  $\frac{1}{4}$  часть проростков – завядшие.

При концентрации формальдегида  $1,2 \times 10^{-9}$  моль/л и  $0,6 \times 10^{-9}$  моль/л семена проросли на 3 сутки эксперимента 60 и 89% соответственно. На 10 сутки они проросли на – 97.8 и 95,65%.

В пробе с концентраций формальдегида  $1,2 \times 10^{-9}$  и  $0,6 \times 10^{-9}$  проростки сохранили до конца свою жизнеспособность.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что формальдегид в концентрациях выше уровня ПДК оказывает отрицательное воздействие на ростовые характеристики кресс-салата. Поэтому представляло интерес провести хроматографический анализ газового состава среды, в которые поместили изучаемые образцы. Контроль среды проведен на 8 день прорастания семян. Анализ проводился на газовом хроматографе Хроматек – Аналитик на пламенно-ионизационном детекторе. Полученные результаты приведены в табл.2.

Таблица 2

Результаты хроматографического анализа среды прорастания семян

Концентрация формальдегида, моль/л	Время удержания	Площадь, мм <sup>2</sup>	Высота, мВ	Превышение уровня ПДК, раз	Содержание вещества в пробе, %
контроль	0:00:18	105080	41933	-	87.83
$3 \times 10^{-9}$	0:00:19	20478	4029	2	30.17
$2,4 \times 10^{-9}$	-	-	-	1.6	-
$1,8 \times 10^{-9}$	-	-	-	1.2	-
$1,2 \times 10^{-9}$	-	-	-	0.8	-
$0,6 \times 10^{-9}$	-	-	-	0.4	-

Полученные результаты свидетельствуют о том, что только при начальной концентрации ФА в среде обитания сохраняется до 30% токсиканта. В основном он трансформируется растением и на увядание кресс-салата или инициирование его роста влияют продукты превращения, которые предстоит в дальнейшем определить.

## Литература

1. Опасность воздействия формальдегида на культурные растения / В.А. Козин, З.А. Забродина, К.Е. Левина, Т.И. Губина // Техногенная и природная безопасность: сб. науч. тр., Саратов: СГТУ, 2011. С. 42–45.
2. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СВАЛКИ ТБО НА ВИЛЮЙСКОМ ТРАКТЕ (г. Якутск)**

Полигон ТБО «Вилуйский тракт» расположен на левом борту долины Туймаада в 13 км северо-западнее г. Якутска. Данный участок представляет собой место складирования твердых бытовых отходов, скотомогильник и отличается частым самовозгоранием. Состав свалки исключительно разнообразен: от металлолома и каркасов автомобилей до различных пищевых отходов. Визуально видимая мощность 4-4,5 м.

Промышленная эксплуатация полигона-1 ТБО «Вилуйский тракт» предполагает изменение экологического состояния окружающей среды. В 2006 году ГУП «Центргеоланалитика» провел геоэкологические исследования по изучению состояния территории свалки с целью оценки степени загрязнения. Результаты выполненных эколого-геохимических исследований свидетельствуют о том, что полигон ТБО влияет на водные объекты долины р. Лены при выносе растворенных вредных веществ вниз по распадку. Также при самовозгорании свалки отмечается рассеивание технофильных элементов, приводящее к ухудшению состояния воздушной среды, тем самым негативно влияя на здоровье населения г. Якутска и его окрестностей.

В 2007 году отобраны пробы воды с двух техногенных водоемов и образцы почв с прилегающих к свалке территорий от 200 до 400 м, среди ненарушенного лесного массива вокруг нее. Было заложено 4 контрольных почвенных разреза с отбором 9 проб из каждого генетического горизонта. 2, 4 разрез находились на одном уровне со свалкой, 3 разрез находился ниже уровня свалки, 1 разрез относительно выше месторасположения свалки.

Макрокомпонентный и микроэлементный состав воды и почвенных образцов проанализированы в Лаборатории физико-химических методов анализа ФГНУ Институт прикладной экологии Севера. Микробиологический анализ почв произведен в ФГУЗ Центр гигиены и эпидемиологии в РС (Я).

На территории полигона расположены два водоема, которые имеют техногенное происхождение.

Химический состав вод первого техногенного озера по классификации Алекина О.А. (1953) на 2007 год оставался преимущественно гидрокарбонатно-кальциевым, средней минерализации (до 500 мг/л). Реакция среды нейтральная (рН 7,4), средней жесткости (до 4 мг-экв/л). Превышения норм ПДК хозяйственно-питьевого назначения



наблюдается по ион-аммонию до 4 ПДК и железу общему до 1,5 ПДК. По остальным показателям превышений норм ПДК не наблюдается.

Второй водоем существенно отличается химическим составом. По классификации О.А. Алекина вода хлоридно-натриево-калиевая, высокой минерализации (до 3,7 г/л). Реакция среды слабощелочная (рН 7,63), вода очень жесткая (до 14 мг-экв/л). Превышение норм ПДК хозяйственно-питьевого назначения наблюдается по минерализации (3,7 ПДК), натрию (4,5 ПДК), железу общему (1,1 ПДК), хлоридам (5 ПДК).

Помимо описанных выше основных компонентов, определяющих характер химического состава природных вод, в них присутствует целый ряд элементов, концентрации которых в естественных условиях очень малы и, как правило, не превышают тысячных долей мг/л. Такими элементами являются тяжелые металлы, галогены, редкие металлы. Распространение этих элементов в водах и донных отложениях представляет большой интерес. В 2007 году наиболее высокие уровни загрязнения поверхностных вод установлены во втором водоеме, расположенном в южной части полигона. В точке ГХ-3 наблюдается превышение нормативов ПДК хозяйственно-питьевого назначения по марганцу до 14 раз, по литию до 5 раз. По сравнению с 2006 годом наблюдается резкое увеличение содержания марганца от 0,154 до 1,426 мг/л (9,2 раз), а также по литию – от 0,1 до 0,15 мг/л (1,5 раз). Так как остальные элементы не были определены, будет сложно выявить их дальнейшую тенденцию.

Анализ химического состава почвы показывает практически полное соответствие доминирующим типам почв Центральной Якутии, без существенных отклонений. В 1-м и 4-м разрезах органическое вещество в большом количестве содержится в маломощном верхнем горизонте и резко падает с глубиной. Содержание подвижного фосфора коррелирует с содержанием гумуса с коэффициентом корреляции  $R=0,84$ . Реакция почвенной среды ближе к нейтральной, даже в верхнем гумусовом горизонте, что не характерно для данного типа почв.

Разрезы Р-3-07 и Р-2-07 заложены вниз по склону и получают двойное воздействие: мелкодисперсный материал со свалки сдувается господствующими, западными и северо-западными ветрами или же смывается поверхностным стоком. Таким образом, во 2-м и 3-м разрезах наблюдается совсем другая картина распределения физико-химических показателей по почвенному профилю: во 2-м разрезе верхний горизонт имеет слабокислую среду, из-за высокого содержания органического вещества, с понижением которого рН закономерно меняется в нейтральную и слабощелочную сторону.

Анализ подвижных форм микроэлементов показал увеличение *Ni*, *Mn*, и *Pb* во втором и третьем разрезах, которые расположены вниз по склону, что свидетельствует об их миграции вниз по склону. Вымывание и

аккумуляция тяжелых металлов во втором разрезе наблюдается в основном в верхних горизонтах почвы, что объясняется поверхностным стоком, и сорбированием тяжелых металлов органическим веществом, задерживающим их в верхних горизонтах.

Таким образом, в результате проведенных работ по анализу физико-химических свойств почв окрестностей ТБО-1 выявлена условная граница загрязнения поверхности почв, которая находится примерно в 200 м на северо-восток вниз по склону. Из двух обследованных водоемов второй, расположенный в южной части полигона, существенно отличается по гидрохимическим характеристикам, уровню превышения ПДК и количеству аномально высоких компонентов. Это связано с тем, что данный водоем расположен в зоне активного влияния: непосредственно на берегу отгружаются все мусоровозы, рядом расположен скотомогильник. И при условии существования разгрузки на поверхность природных ландшафтов прилегающих территорий второй (южный) водоем несет явную угрозу загрязнения как почв, растительности, так и вод ближайшего пересыхающего ручья. Для локализации зоны загрязнения полигона ТБО-1 поверхностных органических горизонтов, на границе выявленной техногенной аномалии (на расстоянии 150-200 м от полигона вниз по склону необходимо провести подщелачивание среды, повысив pH почв известкованием или добавлением больших доз, например, торфа [5,6], создавая, таким образом, геохимический барьер, который будет препятствовать химической миграции многих элементов, так как при pH почвенной среды от 6,8 миграционная способность таких элементов как *Ni*, *Co*, *Zn*, *Mn*, *Cu*, *Pb* начинает снижаться.

## Литература

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1953. 295 с.
2. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. Изд-во МГУ, 1970. 487с.
3. Богатырев Л.Г., Васильевская В.Д. и др. Почвоведение. Ч.2. М.: Высш. шк., 1988. 400 с.
4. Глазовская М.А. Общее почвоведение и география почв: учебник для студентов-географов вузов. М.: Высшая школа, 1981. 400 с.
5. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях: пер. с англ. М.: Мир, 1989. 439 с.
6. Химия почв: учебник / Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова, Н.И. Суханова. М.: Высш. шк., 2005. 558 с.

**Е.Н. Кулик**

Институт геологии и природопользования ДВО РАН  
г. Благовещенск

## **ВЛИЯНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД НА МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ БУРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ПРИАМУРЬЯ**

Почвенное плодородие имеет важное природоохранное значение, так как оно увеличивает ценность земель сельскохозяйственного назначения не только как объектов производственной деятельности, но и как компонентов биосферы.

Для сохранения почвенного плодородия разработан ряд программ и федеральных законов: «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения», «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006 – 2010 годы и на период до 2013 года».

Анализ современного состояния и возможных сценариев развития сельскохозяйственного производства подтверждает необходимость проведения комплекса мероприятий по стабилизации и восстановлению сельскохозяйственных угодий, обеспечивающих повышение плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения, а также улучшение общей экологической обстановки.

Сельскохозяйственные угодья, выбывшие из оборота за последние 15 лет, составили более 15 млн. гектаров, более 56 млн. гектаров пашни характеризуются низким содержанием гумуса. Среднегодовой дефицит гумуса в пахотном слое за последние годы в среднем в Российской Федерации составил 0,52 тонны на гектар. Вносимые дозы минеральных и органических удобрений не компенсируют потерю (при сборе урожая) питательных веществ почв. Дальнейшая деградация и выбытие сельскохозяйственных угодий из оборота могут привести к полной стагнации сельскохозяйственного производства.

В связи с этим возникает острая необходимость максимального увеличения производства всех видов органических удобрений, в том числе нетрадиционных. Одним из путей снижения дефицита органических и минеральных удобрений может стать использование осадка сточных вод (ОСВ).

Из-за большого количества элементов питания (общего азота – от 1,1 до 5,2%, фосфора – от 1,4 до 6,0% и калия – от 0,2 до 1,0%), входящих в данный вид отходов, позволяет рассматривать его как весьма перспективное сырье для производства удобрений. Почвенный путь утилизации ОСВ должен способствовать более эффективному

возвращению в биогеохимический круговорот органогенных элементов, улучшению агрохимических свойств почв и увеличению их плодородия.

По расчетам Д.М. Хомякова, внесение 1-4 т/га сухого вещества ОСВ с содержанием Mg, Mn, Zn, Co, Mo на уровне ПДК может обеспечить бездефицитный баланс микроэлементов в севообороте на 8-10 лет [2].

На основании вышеизложенного была поставлена задача изучить влияние осадка сточных вод г. Благовещенска как органоминеральной добавки на агроэкологические показатели бурой лесной почвы Амурской области.

Бурая лесная почва относится к слабокислой (рН-5,3) и малоплодородной. Она содержит всего 1,6% органического вещества (таблица), подвижного  $P_2O_5$  в пахотном слое – 7,3 мг/100 г почвы, обменных кальция и магния 5,7 – 7,8 мг-экв/100 г почвы соответственно. Содержание гумуса в пахотных почвах низкое – от 2 до 3%, на целинных участках (под лесом) гумуса определяется значительно больше (до 8-10%), но благодаря легкой их промываемости и хорошей аэрации гумус энергично минерализуется и резко убывает с глубиной. Аналогичная закономерность отмечена и в содержании азота. Из микроэлементов низкое содержание отмечено для бора и молибдена, поэтому на данном типе почв эффективно применение минеральных элементов, включая микроудобрения [1].

В качестве мелиоранта были использованы два типа ОСВ: осадки с иловых площадок (ОИП) и кек, представляющий собой подсушенный и обработанный реагентами (известью, хлорным железом) биогенный осадок, в следующих дозах: 3,5 т/га, 7 т/га и 10 т/га.

Использование ОСВ в качестве местных удобрений является также эффективным способом ликвидации этого отхода, хотя применение его требует определенной осторожности, поскольку некоторые виды ОСВ содержат повышенное количество тяжелых металлов (ТМ).

Химический анализ осадков показал, что ОСВ г. Благовещенска отвечают требованиям ГОСТ Р 17.4.3.07–2001 и СанПиН 2.1.7.573–96, имеют вполне удовлетворительные экологические характеристики, обладают довольно низким уровнем ТМ по сравнению с нормативными требованиями и отсутствием патогенных микроорганизмов и яиц гельминтов. В зависимости от технологии обработки в них содержалось (в процентах): азота общего – 0,82-5,14; фосфора общего – 8,94-11,5 и органического вещества – 48-61. Минеральная часть осадков представлена в основном оксидами кремния – 47,2-57,5%, железа – 8,4-8,9%, кальция – 5,4-18,4% и магния – 1-1,1%.

Оценивая в целом экологические, санитарно-гигиенические и эпидемиологические показатели продуцируемых ОСВ, можно заключить, что в соответствии с требованиями осадки могут быть использованы в

качестве удобрений. Все вышеперечисленные агроэкологические свойства ОСВ позволили начать серию полевых опытов.

#### Изменение агрохимических характеристик почв при внесении ОСВ

Доза внесения	рН Н <sub>2</sub> О	Органическое вещество, %	Подвижные формы Р <sub>2</sub> О <sub>5</sub> , мг/100 г почвы	Обменные основания мг-экв/100 г	
				Са <sup>2+</sup>	Мg <sup>2+</sup>
Контроль	5,3	1,6	7,3	7,8	5,7
ОИП 3,5 т/га	5,3	1,7	7,4	8,8	6,2
ОИП 7 т/га	5,5	2,2	12,9	11,8	12,7
ОИП 10 т/га	5,6	2,9	16,6	13,8	13,7
кек 3,5 т/га	5,7	1,6	8,0	9,8	6,7
кек 7 т/га	6,0	1,9	11,5	14,8	8,7
кек 10 т/га	6,8	2,4	15,9	15,8	11,7

Как видно из таблицы, внесение ОСВ изменяет кислотность почвы от 5,3 на контроле до 5,5 – 6,8 по вариантам опыта. Наибольшее уменьшение кислотности почвы (рН 6,8) наблюдалось при внесении кека в количестве 10 т/га, что можно объяснить высоким содержанием кальция в кеке и нахождением его в легкодоступной форме. Увеличение количества подвижного Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> по отношению к контролю отмечено при внесении обоих типов осадков в количестве 10 т/га, что связано не только с внесением данного элемента с ОСВ, но и с тем, что при нейтрализации почвенной среды наблюдается интенсивная мобилизация почвенных фосфатов. Как показывают результаты исследований, ОСВ оказывает положительное влияние на увеличение содержания органического вещества – с 1,6 % на контроле до 2,9 % при внесении 10 т/га осадка с иловых полей. С увеличением дозы ОСВ возрастает степень насыщенности основаниями за счет увеличения таких обменных катионов, как кальций и магний. Таким образом, внесение ОСВ в изучаемых дозах в качестве мелиоранта приводит к существенным позитивным изменениям агрохимических показателей бурой лесной почвы.

#### Литература

1. Голов В.И. Круговорот серы и микроэлементов в основных агроэкосистемах Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 2004. 316 с.
2. Хомяков, Д.М. Некоторые проблемы использования ОСВ на удобрения // Земледелие. 1991. №8. С. 62-65.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БУРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ПРИАМУРЬЯ ПРИ АНТРОПОГЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ**

В связи со снижением плодородия почв необходимо совершенствовать систему удобрения, причем она должна быть рациональной, научно обоснованной и экологически безопасной для окружающей среды. Использование с этой целью вторичного сырья представляет особый интерес как с экономической, так и с экологической точки зрения. В первую очередь, это касается осадков сточных вод (ОСВ) городских очистных сооружений, обладающих высоким содержанием органического вещества и характеризующиеся, тем или иным содержанием тяжелых металлов (ТМ).

При использовании ОСВ в качестве органоминерального удобрения в агроландшафтах необходимо исходить из прогноза их ожидаемого влияния на химический состав почвы, разумеется, при условии, что в таком удобрении валовое содержание ТМ или даже одного токсического элемента, влияющего на продуктивность сельскохозяйственных растений, и их содержание в продуктах питания, не будет превышать санитарные нормы.

Поэтому особенно актуальными становятся исследования, направленные на изучение возможности почвенного размещения осадков в качестве удобрения сельскохозяйственных культур. Целью данной работы явилось определение экологической оценки состояния почвы при внесении ОСВ.

Для изучения способа утилизации и влияния ОСВ на поведение ТМ был заложен полевой опыт. В бурую лесную почву вносились два типа осадка полученных на городской станции очистки сточных вод г. Благовещенска (осадок иловых полей – ОИП и осадок после цеха механического обезвоживания – кек) в следующих дозах: 3,5 т/га, 7 т/га и 10 т/га. Содержание микроэлементов в пробах почвы определяли атомно-абсорбционным методом на спектрофотометре 1 класса точности фирмы «Hitachi», модель 180-50.

Элементный анализ почвы, отобранной на контрольном варианте (таблица), выявил повышенное содержание Zn – 74 мг/кг и Pb – 30 мг/кг, которое оказалось выше общероссийского (10 мг/кг) и ниже регионального (32 мг/кг) кларка. Для Co, Ni, Cr, Mn в почвах в основном характерно невысокое содержание, в 1,2 – 8,4 раза ниже ОДК почв Приморья и Приамурья [1].

## Содержание ТМ в бурой лесной почве при внесении ОСВ

Варианты опыта	Содержание, мг/кг						
	Cu	Zn	Co	Ni	Cr	Mn	Pb
контроль	19	74	12	22	20	470	30
ОИП 3,5 т/га	22	77	13	24	25	475	33
ОИП 7,0 т/га	30	97	17	33	30	540	36
ОИП 10 т/га	38	99	16	36	37	627	38
кек 3,5 т/га	40	98	14	28	28	547	47
кек 7,0 т/га	43	113	17	36	36	599	51
кек 10 т/га	49	113	19	85	85	714	56
<i>ОДК для суглинистых и глинистых почв</i>	<i>66</i>	<i>110</i>	<i>-</i>	<i>40</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>65</i>
ОДК для почв Приморья и Приамурья [1]	100	150	70	100	100	4000	300

Проведенные исследования показали, что с увеличением количества внесенных осадков происходит рост содержания ТМ по отношению к контролю по всем вариантам опыта. Тем не менее массовая доля большинства токсичных элементов находилась ниже ОДК. Исключение составили варианты с внесением кека в дозе 7 и 10 т/га, где концентрация Zn и Ni выше ОДК для суглинистых и глинистых почв, но ниже ОДК для почв Приморья и Приамурья [1].

Сравнивая содержание ТМ в почве в момент внесения ОСВ и при уборке урожая бобовых культур (сои и фасоли), следует отметить положительную тенденцию к снижению их концентрации. В целом на опытных участках уменьшение концентрации ТМ составило от 0 до 85,9%. Превышение ОДК не по одному изучаемому элементу не установлено.

Изучение содержания ТМ показало, что в наиболее загрязненных почвах произошло самое значительное снижение количества ТМ, что совпадает с литературными данными [2].

Эти данные имеют ориентировочный характер из-за большой вариабельности содержания ТМ в почвах. Однако они позволяют судить о масштабах выноса металлов и способности почвы к самоочищению.

## Литература

1. Голов В.И. Круговорот серы и микроэлементов в основных агроэкосистемах Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 2004. 316 с.
2. Обухов А.И., Попова А.А. Сезонная динамика и пространственная вариабельность содержания тяжелых металлов в почвах и почвенно-грунтовых водах // Почвоведение. 1992. №9. С. 42-51.

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ  
НА ФОРМИРОВАНИЕ ЗДОРОВЬЯ ПОДРОСТКОВ В УСЛОВИЯХ  
АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ**

В последние годы обострилась проблема отрицательного влияния техногенных загрязнителей окружающей среды на соматическое и психическое развитие детей и подростков. На здоровье молодого растущего организма сказываются неблагоприятное экологическое состояние окружающей среды, нарушение экологического равновесия, возрастание темпа и напряженности жизни. Проблема сохранения здоровья молодого поколения в условиях современной технологической среды приобретает особую актуальность.

Дети и подростки, проживающие в городах, постоянно подвергаются воздействию широкого спектра химических веществ; наиболее значительным источником загрязнения окружающей среды в последние годы остаются промышленные предприятия, автотранспорт, при этом непрерывно растет и валовой выброс вредных веществ в атмосферу. Именно загрязнение атмосферы в наибольшей мере истощает адаптивные возможности человеческого организма [1, 2].

Целью данного исследования явилось изучение влияния факторов среды на физическое и психическое развитие подростков.

Исследованы 216 подростков мужского пола, обучающихся в профессиональных лицеях г. Брянска, Дятьково, Фокино, Сураж. В зависимости от уровня и характера техногенного загрязнения города проживания учащихся были разделены на три экологические группы (ЭГ): I – с низким уровнем техногенного химического загрязнения (г. Сураж); II – со средним уровнем техногенного химического загрязнения (Бежицкий район г. Брянска; загрязнение атмосферного воздуха выбросами крупных промышленных предприятий (ОАО «Брянский машиностроительный завод» и «Бежицкий сталелитейный завод») и транспорта); III – с высоким уровнем химического загрязнения (г. Фокино и Дятьково; загрязнение атмосферного воздуха выбросами крупного промышленного предприятия (ОАО «Мальцовский портландцемент», на долю которого приходится около 60% от общего объема выброса загрязняющих веществ по области).

Изучены антропометрические показатели физического развития учащихся (длина тела, см; масса тела, кг), физиометрические измерения (жизненная емкость легких) по общепринятым методикам. Полученные данные сопоставлены со среднестатистическими возрастно-половыми показателями. Проведено исследование уровня личностной и ситуативной



(реактивной) тревожности по методике Спилбергера-Ханина. Тест содержит 40 вопросов-суждений, 20 из которых предназначены для оценки уровня личностной и 20 – для оценки уровня ситуативной тревожности.

У обследованных учащихся из городов, отнесенных к II и III ЭГ, отмечается тенденция к снижению среднегрупповых показателей длины тела по сравнению со сверстниками из «экологически чистого» района (I ЭГ) ( $175,8 \pm 0,78$ ;  $175,1 \pm 1,14$ ;  $171,7 \pm 1,63$ ,  $M \pm m$ , см; соответственно в I, II, III ЭГ).

Сравнительный анализ индивидуальных показателей длины тела выявил преобладание отклонений от среднестатистической нормы в условиях высокого уровня химического загрязнения окружающей среды (в 1,64 раза) по сравнению с «экологически чистой группой». Среди обследованных подростков из «экологически чистого» района выявляется более высокое процентное соотношение лиц с показателями длины тела в пределах возрастно-половой нормы (67,3%); минимальное число сверстников с показателями длины тела в пределах возрастно-половой нормы (31,6%) отмечено в III ЭГ.

Анализ среднегрупповых показателей массы тела выявил существенно более низкое значение у подростков, проживающих в III ЭГ ( $p < 0,05$ ) ( $67,5 \pm 1,61$ ;  $65,6 \pm 1,91$ ;  $62,4 \pm 1,90$ ,  $M \pm m$ , кг; соответственно в I, II, III ЭГ).

Среднегрупповое значение личностной тревожности учащихся из II, III ЭГ ( $p < 0,05$ ) статистически существенно превышает аналогичный показатель у сверстников из «экологически чистого» района ( $31,4 \pm 0,68$ ;  $34,5 \pm 0,86$ ;  $37,5 \pm 0,97$ ,  $M \pm m$ , баллы; соответственно в I, II, III ЭГ).

Анализ среднегруппового уровня ситуативной тревожности не выявил существенной разницы между сверстниками из разных ЭГ.

Анализ индивидуальных показателей ШАС выявил наиболее высокий процент лиц с отсутствием астении в I ЭГ (91,3%), а более высокий процент лиц с выраженными признаками астении – в условиях высокого уровня химического загрязнения окружающей среды (29,2%).

Таким образом, анализ соматического развития и психоэмоционального состояния подростков, проживающих в условиях повышенных техногенных нагрузок среды обитания, выявил некоторые негативные тенденции в данных показателях.

## Литература

1. Агаджанян Н.А., Баевский Р.М. Учение о здоровье и проблемы адаптации. М.: Изд-во РУДН, 2006. 284 с.
2. Беляева Н.Н., Юрченко В.В., Журков В.С. Медико-биологические критерии оценки влияния загрязнения окружающей среды на здоровье населения. // Гигиена и санитария. 2003. №5. С. 77-79.

**ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ  
АКТИВНОСТИ *ELODEA CANADENSIS* ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ  
В СРЕДЕ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ**

Тяжелые металлы, поступающие в природные водоемы, воздействуя на водные растения, представляют определенную угрозу для их роста и развития. Поскольку фотосинтез является основным метаболическим процессом, обеспечивающим образование биомассы растений, актуальным является изучение роли токсикантов в процессах, связанных с функционированием фотосинтетического аппарата у *E. canadensis* как наиболее распространенного гидробионта в водоемах России.

Целью данной работы было изучение действия тяжелых металлов на фотосинтетическую активность *E. canadensis*.

Готовили растворы  $\text{Ni}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ,  $\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ,  $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  и  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  с концентрациями 5,00, 2,50, 1,25, 0,62, 0,31, 0,15, 0,07, 0,03 мг/л последовательным разбавлением дистиллированной водой. Эксперимент проводился при температуре 25-26°, естественном освещении в 3 повторностях в течение 14 суток.

В ходе визуальной оценки установлено, что влияние ацетата никеля на внешний вид растений проявляется при концентрациях растворов 0,31, 2,50, 5,00 мг/л и выражается в побледнении листьев.

В присутствии ацетата кобальта наиболее заметные изменения произошли у элодеи из растворов с концентрациями 0,07, 2,50 мг/л, где цвет стал более насыщенным, при этом часть листьев разрушилась. При концентрации раствора 1,25 мг/л листья заметно побледнели на концах.

У элодеи, инкубированной во всех растворах ацетата меди, отмечено обесцвечивание листьев. При этом при концентрациях 1,25, 2,50 и 5,00 мг/л листья приобрели изумрудно-зеленый оттенок, а стебли стали коричневыми.

Заметное побледнение окраски листьев у растений в присутствии ионов свинца отмечено только при концентрации 5,00 мг/л, в остальных случаях цвет практически не изменился.

С помощью визуальной оценки при малых концентрациях металлов не всегда удастся определить жизнеспособность листьев. Поэтому нами использовался метод витального (прижизненного) окрашивания растительных тканей сафранином, который позволил установить, что побледнение листьев связано с гибелью клеток.

Далее установили, что используемые растворы солей металлов в диапазоне концентраций от 0,15 до 5,00 мг/л подавляют фототаксис. С уменьшением концентраций активность хлоропластов постепенно увеличивается и выражается в их хаотичном движении.

В то же время в контроле после интенсивного освещения около 97% пластид от общего числа переходит в парастрофное положение, т.е. выстраивается по клеточной стенке и активно движется вдоль нее.

При подсчете количества хлоропластов в выживших клетках листьев элодеи установили, что присутствие в среде ионов никеля во всех концентрациях и ионов меди при 0,07, 1,25 мг/л способствует образованию хлоропластов.

Также отмечено увеличение размеров хлоропластов у элодеи, инкубированной во всех растворах ацетата кобальта, кроме 0,15, ацетатов никеля и свинца с концентрацией 0,62, ацетата меди при 0,31 и 5,00 мг/л.

Изучение чувствительности фотосинтетического аппарата элодеи к повышенному содержанию в среде тяжелых металлов позволило установить, что ионы последних во всех концентрациях закономерно гасят интенсивность флуоресценции хлорофилла *a* и, наоборот, способствуют увеличению данного показателя для хлорофилла *b* во всех случаях, кроме растворов ацетатов меди и свинца с концентрацией 1,25 мг/л.

На основе величин сигналов свечения рассчитали отношение интенсивности флуоресценции хлорофилла *a* к хлорофиллу *b*.

В контроле отношение равно 7:1 в пользу хлорофилла *a*, в присутствии же ионов тяжелых металлов оно изменяется в пользу хлорофилла *b* (кроме растворов ацетатов меди и свинца с концентрацией 1,25 мг/л) и достигает значений в интервале от 920:1 до 1140:1.

Изменение интенсивности флуоресценции хлорофиллов *a* и *b* свидетельствует о токсическом действии ионов  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Pb}^{2+}$  в изучаемом диапазоне концентраций на реакционные центры аппарата фотосинтеза. По сдвигу свечения в пользу хлорофилла *b* можно предположить, что у растений включается реакция адаптации пигментного аппарата в ответ на нарушение функционирования реакционных центров ФС II, обеспечивающей оптимально эффективное использование поглощенного света в условиях действия токсикантов.

Известно, что после индуцированного стрессом начального повреждения фотосинтетического аппарата и разрушения хлорофиллов у многих растений наступает фаза акклимации, в результате которой восстанавливается фотосинтетическая активность листьев, в этой связи затронутая в данной работе тема требует дальнейшего изучения.

<sup>1</sup>Министерство юстиции Мурманской области, г. Мурманск

<sup>2</sup>Мурманский государственный гуманитарный университет

## ВЛИЯНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ КОМБИНАТА «СЕВЕРНИКЕЛЬ» НА СТАБИЛЬНОСТЬ РАЗВИТИЯ ПОПУЛЯЦИИ *BETULA CZEREPANOVII* ORLOVA

Мурманская область является одним из наиболее урбанизированных и промышленно развитых регионов Северо-Запада России. В настоящее время в области функционируют горно-обогатительные комбинаты по производству железорудного концентрата (ОАО «Олкон», ОАО «Ковдорский ГОК»), вермикулита, мусковита, флогопита и оливинита (ОАО «Ковдорслюда»), металлургические предприятия ОАО «Кольская горно-металлургическая компания», Кандалакшский алюминиевый завод, выпускающие никель, медь, кобальт, алюминий [2]. Основными загрязняющими веществами при переработке медно-никелевого сырья на комбинатах «Североникель» и «Печенганикель» являются диоксид серы и пыль, содержащая тяжелые цветные металлы. В 2005 г. валовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух комбинатом «Североникель» составили 46920, 407 т, в 2006 г. – 46492, 007 т. [3]. Результатом загрязнения среды стали образование техногенных пустошей и деградация экосистем в окрестностях г. Мончегорска и Никеля.

Цель исследования: изучение стабильности развития популяции березы Черепанова (*Betula czerepanovii*) в условиях техногенного загрязнения среды в окрестностях комбината «Североникель».

Для фитомониторинга использован метод флуктуирующей асимметрии, широко применяемый для оценки уровня загрязнения окружающей среды в промышленных центрах [6, 8, 9, 10]. Под флуктуирующей асимметрией (ФА) мы понимаем случайное небольшое отклонение от симметрии по любому признаку двусторонне симметричного организма (органа) [4].

Исследования проводились в полевые сезоны 2005-2006 гг. на пробных площадях, расположенных по градиенту загрязнения в юго-западном направлении от комбината «Североникель» на расстоянии 3 (ПП<sub>1</sub>), 8 (ПП<sub>2</sub>), 20 (ПП<sub>3</sub>), 30 (ПП<sub>4</sub>) и 60 км (ПП<sub>5</sub>) от источника загрязнения. На каждой площадке маркировали 10 деревьев *B. czerepanovii*, с каждого дерева гербаризировали по 10 листьев. Листья собирали в конце августа, после окончания их роста. Сбор проводился с брахибластов в средней части кроны. Величина флуктуирующей асимметрии оценивалась по формуле:  $FA = 2 \times |WL - WR| / (WL + WR)$  [11], где WL – ширина левой половины листа, WR – ширина правой половины листа. В числителе разность берется по модулю (абсолютной величине). Для удобства представления полученных результатов использована балльная шкала

оценки стабильности развития [5]. При значении величины асимметрии до 0.055 стабильность развития оценивается в 1 балл, от 0.055 до 0.060 – 2 балла; от 0.060 до 0.065 – 3 балла; от 0.065 до 0.70 – 4 балла; при значении выше 0.070 – 5 баллов. Чем выше значение индекса FA и балла шкалы, тем значительнее нарушения гомеостаза развития в популяции. Для статистической обработки данных использован пакет программ Excel 2000.

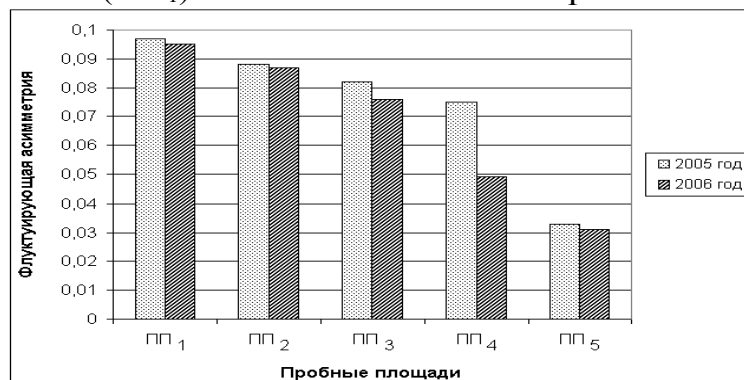
Концентрацию тяжелых металлов в почве определяли методом атомно-адсорбционной спектрофотометрии. Анализ почв показал, что содержание никеля и меди в почве всех пробных площадок значительно превышает предельно допустимые концентрации (таблица).

Содержание тяжелых металлов и серы в образцах почвы в окрестностях комбината «Североникель» в 2006 г. (мг/кг)

№ площади	Cu	Ni	Pb	Cd	S
1.	149	795	29.3	0.550	16.6
2.	222	77.6	14.9	0.351	48.0
3.	39.9	25.4	2.84	0.098	37.4
4.	58.2	20.9	10.1	0.116	16.1
5.	20.3	11.6	6.95	0.071	12.7
ПДК с учетом фона*	3.0	4.0	32.0	0.5-2.0	160.0

\*ПДК приводится по «Федеральные санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы. Гигиенические требования к качеству почвы населенных мест» (1999)

При исследовании развития листьев в популяции *B. czerepanovii* выявлено увеличение индекса флуктуирующей асимметрии по мере приближения к источнику загрязнения (рисунок). В фоновой зоне (ПП<sub>5</sub>) показатели FA в 2005 и 2006 гг. минимальны и соответствуют 1 баллу. В зоне дефолирующих лесов (ПП<sub>4</sub>) в 2005 году выявлено резкое увеличение индекса асимметрии, достигающее 5 баллов, тогда как в 2006 году величина FA не превышает 1 балла. Показатели флуктуирующей асимметрии *B. czerepanovii* имеют высокие значения в зоне дефолирующих лесов (ПП<sub>3</sub>), техногенного редколесья (ПП<sub>2</sub>) и техногенной пустоши (ПП<sub>1</sub>) в течение 2 лет мониторинга.



Флуктуирующая асимметрия листьев *B. czerepanovii* в окрестностях комбината «Североникель» в 2005-2006 гг.

Данные значения соответствуют 5 баллам шкалы стабильности развития. Такие отклонения наблюдаются только в крайне неблагоприятных условиях среды, когда растения находятся в сильно угнетенном состоянии. Высокий уровень флуктуирующей асимметрии листьев, выявленный в популяции *B. czerepanovii*, свидетельствует о нарушении гомеостаза ее развития в связи с высоким уровнем техногенного загрязнения в окрестностях г. Мончегорска. Результаты исследований согласуются с данными других авторов, полученных при изучении популяций разных видов рода *Betula* [7, 9], что, по мнению ряда авторов, свидетельствует об универсальности и информативности этого эффекта [1].

## Литература

1. Василевская Н.В. Поливариантность онтогенетических процессов растений в условиях высоких широт. Мурманск, 2007. 231 с.
2. Доклад о состоянии окружающей природной среды Мурманской области в 2007 году. Мурманск, 2008. С. 72 – 73.
3. Ежегодник Кольской горно-металлургической компании. 2006. № 4. 71 с.
4. Захаров В.М. Асимметрия животных (популяционно-феногенетический подход). М.: Наука, 1987. 216 с.
5. Захаров В.М., Кряжева Н.Г., Чистякова Е.К. Здоровье среды: методика оценки. М.: Центр экологической политики России, 2000. С. 27-41.
6. Кряжева Н.Г., Чистякова Е. К., Захаров В. М. Анализ стабильности развития березы повислой в условиях химического загрязнения // Экология. 1996. № 6. С. 441-444.
7. Нефедова Т. А., Николаева Л. Ф., Кавтарадзе Д. Н. Влияние городской среды на флуктуирующую асимметрию и фотоассимилирующий аппарат *Betula pendula* Roth. // Вестник МГУ. Серия 16: биология. № 3. 2002. С. 29-30.
8. Шержукова Л. В., Кривцова А. Н., Мелузова М. И., Мишаленкова Ю. Н. Оценка стабильности развития липы мелколистной на заповедной и урбанизированной территориях // Онтогенез. 2002. Т. 33, № 1. С. 16-18.
9. Kozlov M. V., Wilsey B. J., Koricheva J., Haukioja E. Fluctuating asymmetry of birch leaves increases under pollution impact // Journal of Applied Ecology. 1996, Vol. 33. P. 1489-1495.
10. Kozlov M. V., Zvereva E. L., Niemela P. Shoot fluctuating asymmetry – a new and objective stress index in Norway spruce (*Picea abies*) // Can. J. Forest Res. 2001. Vol. 31. P. 1289-1291.
11. Palmer A. R., Strobeck C. Fluctuating asymmetry: measurement, analysis, patterns // Ann. Rev. Ecol. Syst., 1986. Vol. 17. P. 391-421.

**А.А. Макарова**

Саратовский государственный технический университет

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СЛЕД г. САРАТОВА

«Экологический след» (Ecological footprint) – количество потребленных человечеством природных ресурсов, выраженное через

площадь территории Земли, требуемой для возобновления ресурсов и ассимиляции отходов. Экологический след регулярно определяется в докладе «Живая Планета» Всемирного фонда дикой природы (WWF). В качестве «глобального гектара» (гга) принимается гектар с осредненными возможностями производства ресурсов и поглощения отходов. Живые организмы за миллиарды лет сформировали механизм биотической регуляции окружающей среды.

Наиболее неустойчивыми являются городские территории. Высокая концентрация производства и населения превратили города в экологических вампиров биосферы, которые потребляют большое количество ресурсов и производят огромное количество отходов. Целью нашего исследования является анализ состояния урбосистемы Саратова с позиции экологического следа. В нашем исследовании мы ограничились рассмотрением баланса кислорода в городе, который является жизненно и производственно необходимым ресурсом, потребляется в огромном количестве и воспроизводится биоценозами города. Нами проанализировано потребление кислорода на процессы ассимиляции отходов и процессы окисления как наиболее кислородопотребляющие.

Поставщиками кислорода в городе выступают различные биоценозы: пашни, лес, водные экосистемы и собственно городские территории вместе с газонами, парками и бульварами. Количество кислорода, продуцируемого различными сообществами г. Саратова представлено в таблице.

Поставщики и количество продуцируемого кислорода г. Саратова

Вид биоценоза	Пашня	Водная поверхность	Город	Лес
Воспроизводство кислорода, т/км <sup>2</sup>	500-600	100	80-100	1000-1500
Площадь биоценоза, км <sup>2</sup>	80	80	392,52	59,7
Количество воспроизводимого кислорода, т	40000-48000	8000	31401-39252	59700-89550
Всего, тыс т				139,101-184,802
Использовано кислорода на процессы дыхания биоценоза				55,64-73,92
Количество кислорода, которое поступает в атмосферу, тыс т*				83,46-110,88

\* Из общего количества кислорода, продуцируемого сообществами, без ущерба для экосистем на нужды производства может быть использовано 60 % от воспроизводимого кислорода

Как выше было сказано, основными потребителями кислорода выступают загрязняющие вещества (ЗВ), поступающие в природную среду и установки, использующие кислород на процессы окисления. Проведём расчёт потребления кислорода на окисление ЗВ, поступающих в атмосферу. Перевод в конкретную массу потребляемого кислорода проводился по молярным массам ЗВ на основании химических реакций окисления. Количество выбросов ЗВ в атмосферу дано в соответствии с данными Государственного доклада о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2009 году.

На процессы окисления 140,9 тыс. т ЗВ, поступающих в атмосферу от всех стационарных источников загрязнения, потребляется 92,6 тыс. т кислорода. Сопоставляя производство кислорода и его потребление только на этот процесс, мы видим, что весь кислород, продуцируемый всеми биоценозами города, расходуется на один процесс – окисление ЗВ. В результате чего баланс по кислороду в городе становится нулевым. На остальные процессы город вынужден потреблять кислород с других территорий. Важнейшим потребителем кислорода выступают автомобили. Среднестатистическое потребление кислорода двигателями автомобилей при годовом пробеге 15 тыс. км оценивается примерно в 4,5 т. Из общего количества автомобилей, зарегистрированных в г. Саратове, примерно третья часть имеет пробег менее 15 тыс. км. Количество потребляемого кислорода автомобилями составляет, по нашим расчетам, 899,26 тыс.т.

Подведем итоги, потребление кислорода составляет около 900 тыс. тонн при производстве его всеми биоценозами города 92 тыс. т кислорода. Дефицит кислорода составляет примерно 800 тыс. т. Численность населения г. Саратова – 827тыс. чел. Следовательно, экологический след г. Саратова по балансу кислорода на одного человека равен 5,4 га, что несколько ниже среднемирового показателя, и для улучшения экологической ситуации в городе достаточно увеличить площадь зеленых насаждений в 3-4 раза.

**С.Ю. Максимовских<sup>1</sup>, Н.В. Плотников<sup>2</sup>, О.В. Краснощекова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>РЦ СГЭКиМ по Курганской области, г. Курган

<sup>2</sup>Курганский государственный университет

### **ДЕЙСТВИЕ МОНОЭТАНОЛАМИНА НА ПРОРОСТКИ *TRITICUM AESTIVUM* И *AVENA SATIVA***

Серьезной экологической проблемой является химическое загрязнение биосферы. Наибольшую опасность для живых организмов и природных комплексов представляют ксенобиотики, в частности фосфорорганические соединения, широко применяющиеся в пестицидах.



Наиболее токсические соединения данного класса составляют основу фосфорсодержащих отравляющих веществ (зарин, зоман, Vx-газы). При функционировании объекта по уничтожению химического оружия возможно появление в окружающей среде продуктов деструкции отравляющих веществ. Одним из таких веществ является моноэтаноламин (МЭА).

Целью данной работы было изучение реакции проростков культурных растений на действие МЭА разных концентраций. Функциональное состояние растений оценивали по показателям линейного роста побегов и корней, состоянию пигментного комплекса.

#### Действие моноэтаноламина на проростки злаковых культур

Вариант	Овес		Пшеница	
	Длина корней, %	Высота стебля, %	Длина корней, %	Высота стебля, %
1. контроль	100	100	100	100
2. МЭА, моль/л $10^{-1}$	49	77	66	109
3. МЭА, моль/л $10^{-3}$	94	107	97	121
4. МЭА, моль/л $10^{-6}$	101	31	120	116
5. МЭА, моль/л $10^{-9}$	85	99	185	126
6. МЭА, моль/л $10^{-12}$	84	66	108	128
7. МЭА, моль/л $10^{-15}$	103	84	123	119

Результаты опытов свидетельствуют о том, что обработка овса МЭА сильнее угнетала развитие стеблей и корней по сравнению с контрольными растениями. На пшенице применение МЭА в концентрации от  $10^{-1}$  до  $10^{-3}$  моль/л отрицательно воздействовало на корни, но стимулировало ростовые процессы во всех дозах.

Замедление роста является ответной реакцией растений на действие стрессора и направлено на адаптацию растительного организма к его действию. Таким образом, действие моноэтаноламина на жизнедеятельность проростков злаковых культур указывает на опасность появления в окружающей среде продуктов деструкции фосфорсодержащих отравляющих веществ.

**Т.А.Малинина, Л.К. Каменек**

Институт медицины, экологии и физической культуры,  
Ульяновский государственный университет

#### **ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ДЕЛЬТА-ЭНДОТОКСИНА *B. THURINGIENSIS* SUBSP. *KURSTAKI* НА НЕМАТОД РОДА *TURBATRIX ACETI***

Фитопаразитические нематоды, относящиеся к типу круглых червей, наносят существенный ущерб урожаю. В нашей стране ощутимый ущерб

сельскому хозяйству наносят овсяная, картофельная, свекловичная, галловые и другие нематоды. Помимо прямого ущерба нематоды способствуют распространению грибных, вирусных и бактериальных инфекций, снижающих урожайность. Нематоды разрушают растительную ткань благодаря наличию специальных структур – стилета (или копыя) и секреторных выделений, вырабатываемых железами базального бульбуса пищевода [1].

Тенденции, наметившиеся в мировом производстве и России, говорят об увеличении производства и применения средств химической защиты растений (далее ХСЗР) как действующем и активно развивающемся факторе производства. Так, производство ХСЗР в нашей стране увеличилось за последние десять лет в 2,6 раза, а мировое увеличение затрат на их производство достигло 20 раз. Расширяется набор пестицидов: например, в 1962 г. было 16 гербицидов на основе 11 действующих веществ, в 2004 г. имелось 224 препарата и 72 д.в. сегодня в Списке пестицидов и агрохимикатов разрешенных к применению на территории Российской Федерации более 280 препаратов. Несмотря на экологические проблемы и среднюю эффективность, производству приходится пользоваться этими средствами [2].

Другой подход заключается в микробиологических методах или использовании биопестицидов, все чаще применяемых в борьбе с вредителями, которые включают использование препаратов на основе ферментов и продуктов жизнедеятельности прокариот. Популярность данного метода обеспечивается рядом положительных черт: высокая эффективность препарата, специфичность, безвредность для теплокровных животных и человека, сохранение равновесия окружающей природной среды в целом. Наибольший интерес в этом отношении представляет спорообразующая кристаллоформная бактерия *Bacillus thuringiensis*, различные подвиды которой обладают избирательным действием в отношении не только насекомых, но и некоторых микроорганизмов [3].

Во время споруляции *B. thuringiensis* образует параспоральные кристаллические включения, которые обладают инсектицидной активностью к чувствительным насекомым. Под действием протеаз в кишечном тракте вредителей токсин вызывает повреждение кишечника и, в конце концов, гибель насекомого. Описаны штаммы *B. thuringiensis*, активные против вредителей отряда *Hymenoptera*, вредителей отряда *Hemiptera*, трематод, и вредителей отряда *Phthiraptera*. В настоящее время существует большое количество информации, посвященной нематодным заболеваниям, но при этом до сих пор не найдено альтернативного способа по борьбе с ними. Существуют данные о том, что *B.thuringiensis* является ингибитором роста и размножения почвенных немателминтов. Охарактеризованы пять штаммов *Bacillus thuringiensis*, продуцирующие дельта-эндотоксины, токсичные для нематод [4].

В проводимом нами исследовании были использованы в качестве модельных биотестов представители класса немателминтов рода *Turbatrix*, разновидность *Turbatrix aceti* или «уксусная угрица», схожие по своему строению с фитопаразитическими нематодами и являющиеся непатогенными как для растений, так и для человека. *T. aceti* раздельнополы и живородящи. У самок яйца развиваются около 8 дней. Благодаря своей способности паразитично быстро размножаться, они являются важным и часто применяемым элементом микробиологических опытов. Так как продолжительность жизни популяции в ограниченном пространстве (в нашем случае это микробиологический планшет вместимостью лунки 0,5 мл) составляет в среднем 5 дней, наблюдение за эффектом действия токсина проводилось в течение 3 дней. Инфицирование модельных биотестов суспензиями *B.thuringiensis* определенного титра проводили методом *per os* в разных концентрациях, включая сублетальные. Количество особей в каждом варианте опыта – 80; контроль стерильная вода и стерильная питательная среда. По результатам исследований была выявлена не только ингибирующая активность токсина, но и его нематоцидные свойства. Ниже представлена таблица по результатам исследований.

Действие *B. thuringiensis* на уксусную угрицу

Модельный тест-объект	Количество особей в одной лунке, шт.	Концентрация суспензии токсина, %	Гибель на 3 сутки, %	Количество погибших гельминтов на 3 сутки, шт.
<i>Turbatrix aceti</i>	80 шт. – общее количество, из них 50 взрослые особи и 30 не достигшие половой зрелости	0,035	5	4
		0,075	15	12
		0,15	25	20
		0,3	70	56
		0,6	90	72
		1,2	100	80
Нематоцидная активность (по ЛК50 для <i>T. aceti</i> ) 0,26%				
Нематоцидная активность ( по ЛД50 для <i>T. aceti</i> ) 0,02 мг				

Эффективность действия препарата зависит не только от концентрации токсического вещества, но и от количества вводимого в среду с гельминтами токсина, от степени возрастного развития особей подвергшихся исследованию. Эффективность действующего вещества по концентрации следующая: концентрация токсина 0,075 мг/мл на 12 % эффективнее концентрации 0,035 мг/мл; концентрация 0,15 мг/мл на 10 % превосходит эффективность концентрации 0,075 мг/мл; эффективность

концентрации 0,3 мг/мл на 45% выше эффективности концентрации 0,15 мг/мл; концентрация вещества 0,6 мг/мл на 20% эффективнее концентрации 0,3 мг/мл; концентрация 1,2 мг/мл на 10 % эффективнее концентрации 0,6 мг/мл и на 85 % эффективнее концентрации 0,075 мг/мл (рис. 1).

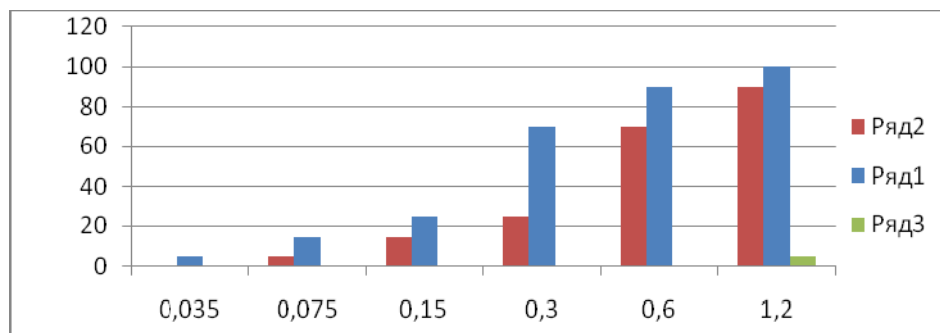


Рис.1. Показатели эффективности препарата в зависимости от концентрации

Эффективность действия препарата также зависит от возраста особей в лунке микробиологического планшета: концентрация 0,035 эффективнее для молодых особей на 3 % чем для взрослых; концентрация 0,075 эффективнее для молодняка на 5%; концентрация 0,15 эффективнее для молодняка на 15%; концентрация 0,3 эффективнее для молодняка на 30%; концентрация 0,6 эффективнее для молодняка на 40%; концентрация 1,2 эффективнее для молодняка на 50% (рис. 2).

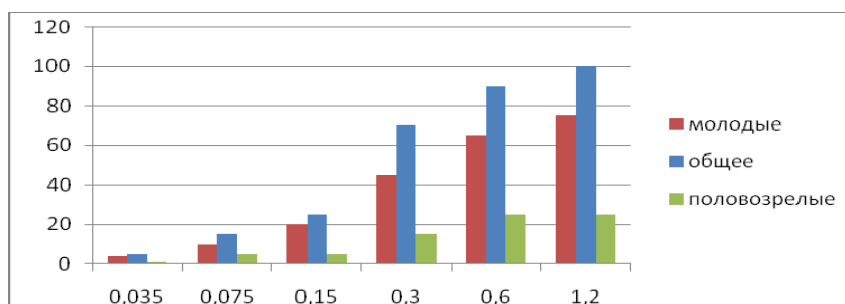


Рис. 2. Эффективность концентрации при различных возрастных группах биотестов

В заключение отметим, что полученные нами данные по эффективности использования препарата на основе дельта-эндотоксина *B.thuringiensis* в качестве нематоцидного биопестицида дают возможность более подробного изучения свойств токсина и дальнейшего его применения против различных видов гельминтов.

## Литература

1. Ерошенко А. С., Волкова Т. В. Нематоды растений Дальнего Востока России: Отряды Tylenchida и Aphelenchida. Владивосток, 2005 225 с.
2. Каменёк Л.К., Штерншис М.В. Разобщающее действие дельта-эндотоксина *Bacillus thuringiensis* // Интегрированная защита растений от болезней и вредителей в Сибири. Новосибирск, 1985. С.148-154.

3. Тоболин С.Б. Нематодно-микозные инфекции ризосферы ягодных культур и биологические способы борьбы с ними: автореф. дис. ...канд. биол. наук. М., 2010, 18 с.
4. Чесунов А.В. Защита растений от нематодозов. М., 2003, 367 с.

**Д.С. Мосеев**

Научно-исследовательский центр «Викинг», г. Архангельск

## **ЭКОСИСТЕМЫ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ ДЕЛЬТЫ СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ В ЧЕРТЕ ГОРОДА АРХАНГЕЛЬСКА**

Территория города Архангельска имеет сложную конфигурацию, т.к. его развитие в XIX-XX веках было ориентировано на выбор наиболее удобных транспортных коммуникаций при наличии многочисленных дельтовых протоков и сильно заболоченных участков. Один из таких участков располагается в северо-восточной части острова Повракульский на территории Маймаксанского округа. Здесь имеется лесной массив, 2 малые реки (Старица, Малая Двинка) и отсутствуют какие-либо строения и промышленные объекты. 15 лет назад существовал проект строительства здесь метанолового завода, но он по ряду причин не был реализован.

При проведении исследований рек Старицы и Малой Двинки в 2008 году в первой из них были зафиксированы гидрохимические характеристики, которые больше соответствовали сточным водам, чем природным поверхностным водам. В частности, величина ХПК, являющаяся индикатором содержания суммарной органики, здесь достигала уровня 150-400 мг/л, концентрации марганца – 0,23-0,37 мг/л, цинка – 0,09-0,13 мг/л. Для выявления причин формирования столь негативных параметров качества поверхностных вод был осуществлен комплекс специализированных наблюдений, в число которых вошли ботанические исследования.

Старица является левобережным притоком протоки Кузнечихи в дельте Северной Двины. Она имеет площадь водосбора всего 6,08 км<sup>2</sup> и по гидрологической классификации относится к так называемым малым рекам, хотя его можно также рассматривать как крупный ручей. В нижней части Старицы хорошо прослеживаются приливо-отливные явления, характерные для всей дельты в целом. Такие явления обуславливают проникновение в Старицу дельтовых вод с высокой минерализацией, которая в меженные периоды может достигать значений 0,6-1,8 г/л и даже более. Водосбор реки сильно заболочен, исток располагается в пределах мелколиственного леса, окруженного большим верховым болотом. На ее водосборной площади сброс каких-либо сточных вод не производится.

Вышеупомянутые параметры экосистемы Старицы отражаются на структуре и видовом составе ее фитоценоза. Высшая водная и прибрежно-водная растительность реки и ее водосбора характеризуется значительным биоразнообразием. Вблизи истока местность сильно заболочена, на поверхности почвенно-растительного покрова отмечено наличие не глубокого слоя воды. Среди водной растительности преобладают хвощ водяной (*Equisetum aquaticum*) образующий сплошные заросли, осоки водяная (*Carex aquatilis*), острая (*C. acuta*), вздутая (*C. visicaria*). В верхнем ярусе доминирующее положение занимают береза повислая (*Betula pubescens*) и кустарники ивы ломкой (*Salix viminalis*) и козьей (*S. caprea*).

За пределами заболоченного участка на истоке реки при отсутствии течения характер фитоценозов не меняется. В верховьях ширина русла колеблется от 1 до 5 м. На этом участке заболоченность территории заметно уменьшается. В зоне прибрежно-водной растительности хвощи и осоки сменяются злаками, которые здесь встречаются в основном в качестве прибрежно-водной растительности, представленными в основном вейником (*Calamagrostis* sp.), ежой сборной (*Dactylis glomerata*), двукисточником тростниковидным (*Phalaroides arundinaceae*). Ниже по течению прослеживается небольшая прирусловая пойма, растительность которой в основном занята злаковыми травами, дягилем (*Angelica archangelica*), папоротниками и представителями лютиковых (*Ranunculaceae*). Местами характерны береговые заросли кустарников ивы (*Salix* sp.), ольхи серой (*Alnus glutinosa*) и черемухи обыкновенной (*Padus avium*). В прибрежно-водной растительности появляется калужница болотная (*Caltha palustris*). Типично водные высшие гидрофиты и гидатофиты в верховьях реки, за исключением хвоща водяного (*Equisetum aquatica*), практически отсутствуют, что может являться результатом сильной заболоченности водосбора и высокой концентрации гумусовых веществ, а также возможностью перемерзания рассматриваемой части водотока зимой и пересыхания в жаркое сухое лето.

Заметно изменяется характер водной растительности фитоценоза в низовьях водотока, здесь он формируется под влиянием приливо-отливных течений и поступающих с ними высоко минерализованных вод. В прибрежно-водной растительности доминируют тростник обыкновенный (*Fragmites communis*), который достигает наибольшего обилия в устье, покрывая до 80% от общей площади прибрежно-водных растений, что связано с накоплением органики и иловых отложений. Часто встречаются калужница (*Caltha palustris*), вахта (*Menyanthes trifoliatum*), различные виды осок (*Carex* sp.), местами встречается рогоз широколистный (*Thipha latifolia*), дягиль (*Angelica archangelica*). Водная растительность разнообразна и представлена ежеголовником простым (*Sparganium*), кубышкой желтой (*Nuphar luteum*), встречающейся в основном спорадически, стрелолистом (*Sagittaria sagittifolia*), встречаются рдесты

(*Potamogeton*). Для илистых мелководий, обнажаемых в период отлива, характерны заросли хвоща водяного (*Equisetum aquatica*). Особенно бурное развитие водная растительность получает летом, когда наблюдается максимальная температура воды. Общее проектированное покрытие на некоторых створах русла доходило до 50 %, что указывает на высокую степень эвтрофикации водотока и развития процессов деструкции. Несмотря на обилие водной растительности, многие виды характерны для других северных водоемов и водотоков. Так, практически отсутствует уруть (*Myriophyllum sp.*), не получают развитие роголистники (*Ceratophyllum demersum*), элодея канадская (*Elodea canadensis*). Вероятно, слабая заселенность биоценоза этими видами является результатом специфики характерных приливо-отливных явлений водотока. Пойма, покрытая преимущественно луговой растительностью, расширяется в нижнем участке водосбора до 50 м. Среди кустарниковой растительности преобладают вышеуказанные виды.

Таким образом, можно отметить, что экосистема Старицы при достаточно высоких уровнях природного загрязнения характеризуется значительным обилием видового разнообразия флоры. Результаты проведенных исследований можно использовать при оценке антропогенного воздействия на другие малые реки (ручьи) в черте города Архангельска, включая водотоки, принимающие сточные воды различного происхождения. В частности, к ним относится соседний со Старицей водоток Хатарица, принимающий сточные воды Соломбальского ЦБК.

Негативное влияние растительности и почвенно-растительного покрова на заболоченных участках на процессы формирования качества поверхностных вод необходимо обязательно учитывать при проектировании и строительстве коммунальных и промышленных объектов в Маймаксанском округе города Архангельска.

**Л.С. Мурачёва, О.М. Бедарева**

Калининградский государственный технический университет

### **ПРИОРИТЕТЫ СОХРАНЕНИЯ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ УРБАНОСРЕДЫ**

Плодородие почв лесопарковых экосистем определяется многими факторами, основными из которых в условиях Калининградской области являются минералогический и гранулометрический составы почвообразующей породы, режим увлажнения, интенсивность почвенных процессов, содержание и запасы гумуса, питательных веществ и

закономерности их распределения в зоне корневых систем, мощность гумусового горизонта.

В природных и парковых экосистемах основой их эффективного функционирования являются сбалансированные взаимодействия в системе древесные насаждения – почвенный покров. Сохранение древесных насаждений возможно при соответствии эдафотоп требованиям древесных доминантов. В контексте сказанного анализ почв приобретает особую актуальность, приоритетность для сохранения элементов ландшафтного озеленения, поскольку альтернативы зелёным насаждениям не существует [2, 3].

В качестве объекта исследования послужили парки города Калининграда – антропогенно-трансформированные экосистемы (Макс Ашманн-парк – 68,02 га; парк Южный – 33,98 га).

В работе использованы методы лесотаксационных и геоботанических, почвенных исследований, изложенные в классических руководствах.

В результате исследования почв и растительности парковых экосистем установлено, что искусственные посадки влияют на свойства и облик почв. При посадке на исходные бурозёмы лиственных пород: *Quercus robur* L., *Fagus sylvatica* L., *Carpinus betulus* L., *Tilia cordata* Mill. почвы под ними сохраняют свои генетические признаки.

При внедрении *Picea abies* (L.) Karst. бурозёмы имеют тенденцию к подкислению, накоплению грубого органического вещества, в гумусовом горизонте появляются признаки оподзоливания.

Исследованиями установлено наличие в парке следующих почв: бурые лесные глееватые (буроземы глееватые), дерново-глеевые, аллювиальные, антропогенно нарушенные варианты всех вышеперечисленных почв, технозёмы (урбанозёмы). Преобладающими являются бурозёмы глееватые. На пониженных участках с неглубоким залеганием ГВ (0,6-1,5 м) сформировались дерново-глеевые почвы.

Нами был проведен статистический анализ выборок по различным группам почв в парковых экосистемах. В табл. 1 приведён анализ бурых лесных глееватых почв Макс Ашманн – парка.

Таблица 1

Анализ бурых лесных глееватых почв Макс Ашманн – парка

Свойства	Показатели	Горизонты			
		A1	B1	B2	Cg
pH <sub>H2O</sub>	$\bar{X} \pm m$	5,3 $\pm$ 0,2	5,4 $\pm$ 0,1	5,1 $\pm$ 0,2	5,4 $\pm$ 0,4
	V	11,3	5,7	8,8	21,5
pH <sub>KCl</sub>	$\bar{X} \pm m$	4,1 $\pm$ 0,2	4,1 $\pm$ 0,3	3,9 $\pm$ 0,1	4,1 $\pm$ 0,4
	V	11,1	8,3	8,1	26,6
Гумус, %	$\bar{X} \pm m$	3,11 $\pm$ 0,5	1,4 $\pm$ 0,2	0,49 $\pm$ 0,1	0,29 $\pm$ 0,0*
	V	38,9	37,3	45,2	37,5
Сумма обменных оснований, мг·экв на 100 г	$\bar{X} \pm m$	11,6 $\pm$ 2,4	10,8 $\pm$ 2,2	10,1 $\pm$ 1,5	10,0 $\pm$ 1,5
	V	53,4	50,9	37,7	37,7



Степень насыщенности оснований, %	$\bar{X} \pm m$	57,5 $\pm$ 8,1	65,6 $\pm$ 3,8	60,5 $\pm$ 8,0	63,7 $\pm$ 7,4
	V	35,6	14,5	33,3	29,4
Подвижный фосфор, мг/100 г	$\bar{X} \pm m$	19,9 $\pm$ 4,6	8,3 $\pm$ 2,0	10,5 $\pm$ 1,8	17,7 $\pm$ 5,5
	V	58,8	62,1	43,6	81,9
Обменный калий, мг/100 г	$\bar{X} \pm m$	13,4 $\pm$ 2,1	11,9 $\pm$ 2,7	5,7 $\pm$ 1,4	7,6 $\pm$ 1,7
	V	38,9	57,4	60,7	58,7

\* - 0,04

В содержании подвижного фосфора и обменного калия наблюдается высокая пространственная пестрота, о чем свидетельствуют значения коэффициента вариации. Максимум фосфора и калия приурочен к гумусовому слою. Увеличение среднего содержания подвижного фосфора в материнской породе объясняется локальным наличием осколков фосфоритов в моренных валунных суглинках, на что указывал А.А. Завалишин (1961).

В гумусовом горизонте наиболее достоверной и тесной является корреляция между обменной кислотностью и суммой обменных оснований: чем больше обменных оснований, тем выше значение  $pH_{KCl}$  (табл. 2).

В горизонт  $B_1$  вымываются вместе с подвижным гумусом и основания, включая обменный калий, который демонстрирует весьма тесную корреляцию с гумусом и уровнем pH и маскирует значение обменных кальция и магния.

В горизонте  $B_2$  гумус является вымытым и кислым, на что указывает тесная обратная корреляция: чем больше гумуса, тем ниже значение  $pH_{KCl}$ . Размытая и слабая связь при подсчете парной корреляции между гумусом, обменными основаниями и  $pH_{KCl}$  указывает на присутствие «шумового» фактора. В этом случае необходимо увеличить выборку и применить нелинейный анализ.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции между свойствами бурых лесных глееватых почв в Макс Ашманн-парке

Показатели	Горизонты			
	A1	B1	B2	Cg
Гумус - $pH_{H_2O}$	0,28	0,51	-0,79	-0,74
Гумус - $pH_{KCl}$	0,31	0,94	-0,98	-0,79
Гумус – обменные основания	0,27	-0,16	-0,25	-0,29
Гумус – степень насыщенности	0,29	0,36	-0,58	-0,46
Гумус – $P_2O_5$	-0,13	0,92	-0,33	-0,46
Гумус – $K_2O$	0,15	0,72	-0,21	-0,29
$pH_{KCl}$ – обменные основания	0,92	-0,11	0,38	0,72
$pH_{KCl}$ - $P_2O_5$	0,24	0,47	0,37	0,78
$pH_{KCl}$ – $K_2O$	0,77	0,87	0,76	0,27

Вмытый гумус является фактором увеличения кислотности и в верхних слоях почвообразующей породы. Наблюдается тесная положительная корреляция в паре  $pH_{KCl}$  – обменные основания: чем больше обменных оснований, тем выше значения  $pH_{KCl}$  (соответственно реакция среды менее кислая).

Почвы с нарушенным профилем выявлены не только в парковых экосистемах, но и на участках лесопосадок, что связано с выравниванием территории, технологическими операциями по подготовке почв, эрозией. В лесных экосистемах относительно слабое нарушение профиля приводит к уменьшению мощности гумусового горизонта.

### Литература

1. Завалишин А.А., Надеждин Б.В. Почвенный покров Калининградской области // Почвы Калининградской области. М.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 5-130.
2. Мурачёва Л.С., Бедарева О.М. Методический подход к организации мониторинга лесных и парковых экосистем // Экологические проблемы природных и урбанизированных территорий: материалы III Международной науч.-практ. конф. Астрахань: Изд. дом «Астраханский университет», 2010. С. 194-197.
3. Анциферова О.А., Мурачева Л.С. К характеристике почв городских парков Калининграда // Вестник Российского государственного университета им. И. Канта. Вып. 7. Естественные науки. 2009. С. 83-89.

**С.К. Мустафин, Ф.Ф. Хизбуллин**

ГУП Научно-исследовательский институт безопасности жизнедеятельности Республики Башкортостан (ГУП НИИ БЖД РБ), г. Уфа

### **СОВРЕМЕННЫЙ МЕГАПОЛИС КАК СЛОЖНАЯ ДИНАМИЧНО РАЗВИВАЮЩАЯСЯ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННАЯ СИСТЕМА**

Урбанизация – одна из острейших современных глобальных проблем – в экономически развитых странах достигла максимума: Великобритания – более 90%, Швеция, Германия – более 80%, США и Канада – около 80 %. Несколько ниже этот показатель для России – 73% и Японии – 78%.

Американский эколог Юджин Одум (1986) характеризовал большие города как «паразиты на биосфере», отмечая: «...чем большими и благоустроенными становятся города, тем больше ресурсов им требуется от окружающей местности, тем больше опасность того, что они причиняют убытки своему «хозяину» – природной среде».

Развитие крупных городов – мегаполисов, особенно тех, что связаны с промышленным производством, обуславливает аномально высокую

концентрацию загрязняющих веществ (ЗВ) техногенной природы во всех без исключения компонентах окружающей среды (ОС).

Город Уфа – столица Республики Башкортостан (РБ) – одного из экономически развитых субъектов Приволжского федерального округа, расположена на площади 707, 93 км<sup>2</sup> и имеет население 1 064 000 человек (2010 г.). Город вытянут в междуречье р. Белой и р. Уфы на 53 км и является наиболее озеленённым среди 13 городов-миллионников РФ, 30% территории занимают 17 парков, 5 садов, 93 сквера и 115 бульваров.

Уфа расположена в северо-лесостепной подзоне умеренного пояса; климат континентальный (среднегодовая температура воздуха +3,4 °С, среднее количество осадков – 577 мм). На территории развивается карст.

Особо охраняемые природные территории в г. Уфе – Ботанический сад-институт УНЦ РАН (25 га) и санаторий Зелёная роща (27 га).

Уфа как крупный транспортный узел, объединяет железнодорожный, автомобильный, речной, воздушный и трубопроводный виды транспорта. Среди 200 крупных и средних промышленных предприятий города базовые представляют нефтепереработку, химию и машиностроение. Объёмы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в 2009 г. составили 318,8 тыс. т. (309 кг на каждого жителя и 4,489 т/га). Основные стационарные источники – предприятия нефтепереработки (77,9%) и электроэнергетики (13,3%); автотранспорт даёт 55,6% всех выбросов.

Предприятия нефтехимической и химической промышленности сбрасывают в поверхностные водные объекты со стоками 92,28% от всей массы ЗВ, топливной – 0,95%, машиностроения и металлообработки – 0,32%, при этом объёмы самих сбросов, соответственно – 18,1; 8,3; 2,5%; объёмы сточных вод ЖКХ – 41%. Качество воды в контрольном створе р. Уфа оценивается как «очень загрязненная» из-за сбросов сточных вод, аварийных сбросов и смывов ЗВ с территорий предприятий. Централизованное обеспечение населения и предприятий водой питьевого качества осуществляется из горизонта четвертичных отложений и поверхностных вод Ковшового водозабора на р. Уфы. Протяженность водопроводных и канализационных сетей города 2300 км; действует раздельная система городской канализации; производительность сооружения биологической очистки бытовой канализации 360 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

Острой остаётся проблема обращения с растущими объёмами отходов производства и потребления. В 2009 г. нефтеперерабатывающими предприятиями г. Уфы образовано 61,0 тыс. т. производственных отходов, включая 21,96 тыс. т нефтесодержащих, а переработано 7,6 тыс. т, причем только нефтесодержащих. На 1 жителя Уфы приходится 300 кг/год ТБО.

Акустическое загрязнение может служить причиной и стимулятором многих сердечно-сосудистых, желудочных и нервных заболеваний.

Экологическая стратегия развития мегаполиса в последние годы осуществлялась в соответствии с «Экологической программой города Уфы

на 2003-2010 гг.» (общее финансирование 8,2 млрд. руб.) и программой «Экология и природные ресурсы г. Уфы на 2004-2010 гг.».

В разделе мероприятия по обеспечению экологической безопасности в развитии города генплана 2006 г. указано, что экологические риски для проживания в г. Уфе связаны со следующими особенностями мегаполиса:

- 1) переуплотненной промышленной застройкой в зонах Уфимский и Ново-Уфимский НПЗ, «Уфаоргсинтез» ОАО «Уфанефтехим» и др.;
- 2) износом и медленным обновлением производственных фондов, образованием отходов загрязняющих ОС и создающих риск аварий;
- 3) исчерпавшее пропускную способность улично-дорожной сетью;
- 4) периодическим затоплением пойменных территорий в паводок;
- 5) отсутствием гарантированных эвакуационных коридоров при ЧС;
- 6) проявлениями карста, овражной эрозии, оползней и др.;
- 7) несоблюдением режима водоохраных зон водоемов города;
- 8) небольшая площадь озеленения, низкое качество насаждений;
- 9) неблагоприятное экологическое состояние реки Белой.

Устойчивость экологического каркаса и снижение экологических рисков, согласно генплану развития мегаполиса, будет обеспечена:

- 1) буферными зонами на границе промышленных и жилых районов;
- 2) ликвидацией и перепрофилированием промышленных предприятий;
- 3) инженерной подготовки площадей с неблагоприятными условиями;
- 4) формирование природного каркаса города;
- 5) оптимизация и модернизация городской транспортной сети;
- 6) благоустройством городской инженерной инфраструктуры.

Система экологического образования и воспитания нуждается в монографическом описании экологического состояния мегаполиса Уфа с указанием тенденций её изменения, предложениями по формированию и развитию системы комплексного экологического мониторинга для прогнозирования и управления развитием природно-техногенной системы, таком как книга «Экология города Казани» (2005), в которой естественные и антропогенные элементы рассмотрены в тесной взаимосвязи.

ГУП НИИ БЖД РБ как исследовательский центр Министерства природопользования и экологии Республики Башкортостан почти 20 лет решает сложные теоретические и прикладные задачи, связанные с разработкой и практической реализацией региональных, республиканских и ряда федеральных экологических программ для РБ. В числе последних разработок Республиканская целевая программа «Совершенствование системы управления твёрдыми бытовыми отходами в Республике Башкортостан» на 2011-2020 гг., разработка и согласование проекта «Рекультивация загрязнённых земель ОАО «Уфахимпром» – крупнейшего

предприятия хлорорганического синтеза, в течение ряда десятилетий осуществлявшего свою деятельность на территории мегаполиса Уфа.

Спектр услуг, предлагаемых ГУП НИИ БЖД РБ: экология жилища (оценка концентрации ЗВ в жилых и офисных помещениях), научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в сфере природопользования, экологическое сопровождение хозяйственной и иной деятельности, экологический контроль и мониторинг, экологический консалтинг, обезвреживание и утилизация отходов – виды работ, необходимых для обеспечения устойчивого развития, как самого мегаполиса так и региона его размещения.

Устойчивое развитие мегаполиса г. Уфы как сложнопостроенной и динамично развивающейся природно-техногенной системы потребует для оптимального сочетания естественных (атмосфера, гидросфера, педосфера, биосфера, геологическая среда) и антропогенных (техносфера) элементов.

Прогнозирование для обеспечения эффективного управления такой системой потребует оптимального сочетания ресурса имеющейся и сбора качественно новой информации, характеризующей взаимодействие природных и антропогенных компонентов в условиях техногенной трансформации на макро-, мезо-, микро -, а в перспективе и наноуровнях. Новые задачи экологической оценки, прогнозирования и управления природно-техногенной системы мегаполиса для обеспечения стратегии его устойчивого развития потребуются решать с использованием возможностей ГИС-технологий, дистанционного зондирования, 3D и 4D моделирования.

Основные принципы развития городской среды: градостроительный, технологический и экономический должны подчиняться политике обеспечения стратегии устойчивого развития мегаполиса и экологической безопасности для населения.

**О.В. Назаренко, В.В. Назаренко**

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

## **РАЗВИТИЕ ОПОЛЗНЕЙ В г. РОСТОВЕ-НА-ДОНУ**

Родники играли важную роль в расселении жителей и в застройке г. Ростова-на-Дону. Сегодня можно проследить связь между размещением наиболее высокодебитных источников и возрастом заселения отдельных районов. Родники интересовали население в течение столетий, прежде всего как источник водоснабжения. Сегодня они частично выполняют эту функцию, но в большей степени население Ростова-на-Дону использует их для отдыха и лечения. В некоторых случаях родники очень серьезно осложняют жизнь людей. Это прежде всего относится к вновь

появившимся источникам станицы Нижне-Гниловской (ул. Набережная) и ул. Куликовского в районе Ростовского санатория. Родники – это важнейший источник информации о гидрогеологических условиях зоны, где планируется строительство или расположены здания и сооружения города.

В последние десятилетия родникам уделялось мало внимания, но положение стало меняться. В результате проведенного нами обследования на территории Ростова-на-Дону выявлено около 60 источников, 14 из которых приурочены к долине р. Темерник, 4 – Кизитеринки, а остальные впадают непосредственно в р. Дон. Город расположен в пределах Североприазовской равнины на высоком правом берегу Дона. Эта равнина сложена морскими неогеновыми (сармат, мэотис, понт) отложениями, перекрытыми четвертичными лессовидными суглинками. Неогеновые отложения наклонены на юго-восток, что послужило причиной общего уклона рельефа к югу, направления стока и ориентирования основной сети долин. На территории города выделяются повышенные участки, расположенные в северной, северо-восточной и юго-западной его частях, пониженные участки соответствуют долине Темерника и левобережью Дона [2]. Ростов-на-Дону расчленен крупными овражно-балочными системами (балки Змиевская, Камышевахская, Безымянная, Мокрая, Генеральная, Рябинина, Кульбакина, Кизитеринка).

Долина Дона в пределах города хорошо террасирована, у Дона выделяют четыре террасы: пойменную, высотой 3-4 м, первую надпойменную (10-12 м), вторую надпойменную (16-25 м) и третью надпойменную (25-60 м). В рельефе хорошо выражены пойма и первая надпойменная терраса. Основная масса родников приурочена к пойме и второй надпойменной террасе. В большинстве речных долин отчетливо выделяются неширокие, местами заболоченные участки пойм и первые надпойменные террасы. Крутые склоны рек и балок во многих местах подвержены современному размыву. Глубина местных базисов эрозии составляет 80-120 м, а густота овражно-балочной сети – 0,4 км/км<sup>2</sup>. Склоны круче 2° занимают 18% площади района [1]. Обрабатываемые земли подвержены умеренной водной и ветровой эрозии. В современном изменении рельефа района все большее значение приобретают антропогенные процессы.

Возникновению оползней способствует множество факторов, как природных, так и антропогенных. Основные из них – литология пород, гидрогеологические условия, суффозия, водная эрозия и деятельность человека. Главную роль играют строение склонов, гидрогеологический режим и хозяйственная деятельность человека.

Оползни широко развиты на территории города. Породы, слагающие верхнюю часть оползневых склонов, представлены лессовидными суглинками, которые макропористы и легководопроницаемы. На глубине

10-15 м суглинки подстилаются скифскими глинами, основная черта которых водонепроницаемость, что создает предпосылки для формирования водоносного горизонта и разгрузки его на склонах Дона, Темерника, крупных балок (Безымянная, Рябинина, Змиевская, Кизитеринка и др.). Обильное смачивание поверхности нижних горизонтов приводит к смещению блоков суглинков. Первые упоминания о развитии гравитационных процессов на территории города относятся к 1829 г., когда в районе Долومانовки было разрушено в результате их проявления несколько домов. Этот район издавна известен множеством подземных ключей [3, 4]. В начале XIX в. было известно о существенном влиянии родников на образование оползней, поэтому их проявление связывают чаще всего с действием подземных вод, хотя они обуславливаются многими факторами.

Целью этой работы является попытка обратить внимание на опасность развития новых оползней в районе станицы Нижне-Гниловской. В конце 70-х гг. здесь стали появляться новые родники, которые не только серьезно осложнили жизнь населения, но и в результате дальнейшего развития могут причинить значительный ущерб городу, если заранее не принять соответствующие меры. По нашему мнению, это результат функционирования Западного жилого массива. С 1999 г. ниже полотна железной дороги начали проявляться опасные свидетельства развития оползневого процесса: раскрытие трещин отрыва на склонах, подъем уровня грунтовых вод. Не принятие срочных мер может привести к огромному материальному ущербу. В районе балки Кизитеринка уже начались процессы сползания, о чем говорят трещины на склоне и разрушающиеся дома.

Таким образом, родники имеют большое значение не только для водообеспечения, но и для строительства в нашем городе. Изучение родников дает возможность избежать долгих и дорогостоящих исследований местности, предназначенной для строительства. В связи с этим следует обращать внимание на выходы грунтовых вод при строительстве как на заранее известные неблагоприятные районы.

## Литература

1. Молодкин П.Ф. Равнины Нижнего Дона. Ростов н/Д: Изд-во Ростовского ун-та, 1980.
2. Назаренко О.В. К вопросу о влиянии климатических факторов на грунтовые воды Доно-Донецкого бассейна во второй половине XX столетия 2002 // Водные ресурсы. 2006, Т. 33. № 4. С. 504-510.
3. Природа Ростова-на-Дону. Ростов-н/Д, 1999. 264 с.
4. Чалхушьян Г.Х. История города Ростова-на-Дону // Донской временник. Год 1999-й/ Донская государственная публичная библиотека. 1998. С.110-148.

Е.М. Новикова<sup>1</sup>, З.С. Кхатаб<sup>1</sup>, Н.В. Панасюк<sup>2</sup>,  
В.А. Чистяков<sup>1</sup>, М.А. Сазыкина<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт биологии  
Южного федерального университета, г. Ростов-на-Дону

<sup>2</sup>Южный Научный Центр РАН

## ГЕНОТОКСИЧНОСТЬ ПЕЧЕНИ СКВОРЦОВ (*STURNUS VULGARIS*) РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аккумуляция токсинов тканями животных – это один из факторов экологического неблагополучия. Определенный уровень накопления токсических соединений в тканях и органах живых обитателей экосистем ведет к неблагоприятным последствиям для состояния как самих организмов, так в дальнейшем и для высших трофических уровней. Данные по накоплению генотоксинов в тканях животных важны в плане прогнозирования состояния популяций, а следовательно, и биоресурсного потенциала в целом. В связи с этим исследованию накопления генотоксинов в тканях животных необходимо уделять особое внимание.

Многообразие антропогенных поллютантов диктует повышенные требования к экспрессности и производительности тестов на генотоксичность. Высокой скорости и производительности в тестировании качества природной среды позволяет достичь использование биолюминесцентных бактерий [1,2].

### Материалы и методы исследований

Материалом проведенных исследований служили образцы экстрактов печени скворцов, отловленных в 2010 г. в районе пос. Волочаевский Ростовской области. В качестве тест-системы для определения генотоксичности были использованы биосенсоры *E. coli* C600 (pPLS-1) [3]; *E. coli* AB1157 (*pRecA-lux*) и *E. coli* MG1655 (*pColD-lux*) (штаммы были любезно предоставлены И.В. Мануховым (ФГУП «ГосНИИ Генетика»).

Бактерии выращивали в среде LB, содержащей 100 мкг/мл ампициллина. Бактерии-биосенсоры брали в экспоненциальной фазе роста. Измерение биолюминесценции проводилось на микропланшетном люминометре LM-01T (Immunotech). Мерой генотоксичности служил коэффициент индукции, рассчитываемый как отношение биолюминесценции опытной пробы к биолюминесценции контрольной пробы. Если значения фактора индукции были больше 1,5 и меньше 2, обнаруженный эффект оценивали как «слабый»; если они лежали в диапазоне от 2 до 10 – как «средний», а при превышении 10 – как «сильный».

### Результаты и их обсуждение

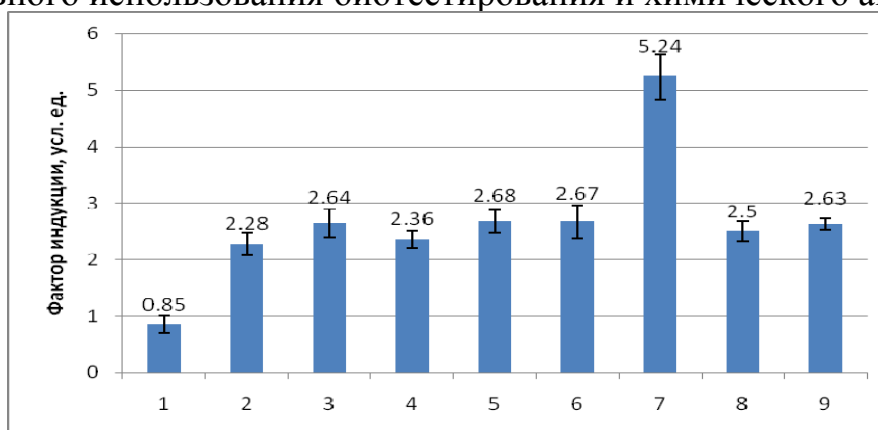
Результаты показали наличие прямых мутагенов в экстрактах скворцов № 4-8 и промутагенных веществ во всех пробах (при помощи



всех сенсоров получены средние по силе эффекты генотоксичности). Наиболее загрязненными являются пробы № 4, 5 и 6 – в них зафиксированы наибольшие величины генотоксических эффектов (рисунок). Максимальный эффект зафиксирован в пробе № 6 (величина фактора составила 5,24 ед.).

Основу экономики пос. Волочаевский, где были отловлены для исследования скворцы, составляет сельскохозяйственное производство. По всей видимости, использование пестицидов привело к их аккумуляции в печени скворцов, что и вызвало высокий отклик биосенсоров, реагирующих на ДНК-повреждающие вещества.

Следует отметить 100 % совпадение результатов, полученных при помощи двух биосенсоров: *E. coli* AB1157 (pRecA-lux) и *E. coli* MG1655 (pColD-lux). Таким образом, использование системы тестов на основе lux-биосенсоров показало возможность получения информации о состоянии тканей птиц. Детальную картину загрязнения можно получить после параллельного использования биотестирования и химического анализа.



Индукция биолуминесценции биосенсора *E. coli* MG1655 (pColD-lux) экстрактами печени скворцов: 1 – отловленных в условно чистом районе; 2-9 – отловленных в районе пос. Волочаевского

Перспективным путем повышения чувствительности тестирования генотоксичности может быть увеличение числа используемых тест-систем.

## Литература

1. Ivask A., Green T., Polyak B., Mor A., Kahru A., Virta M., Marks R. Fibre-optic bacterial biosensors and their application for the analysis of bioavailable Hg and As in soils and sediments from Aznalcollar mining area in Spain // Biosens. Bioelectron. 2007. V.22. № 7. P. 1396-1402.
2. Niu S.Y., Wang S.J., Shi C., Zhang S.S. Studies on the fluorescence fiber-optic DNA biosensor using p-hydroxyphenylimidazo[f]1,10-phenanthroline ferrum[III] as indicator // J. Fluoresc. 2008. V.18. № 1. P. 227-235.
3. Птицын Л.Р. Биолуминесцентный анализ SOS-ответа клеток *E. coli* // Генетика. 1996. Т. 32. № 3. С. 354-358.

**ВИДОВОЙ СОСТАВ ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA, CARABIDAE)  
НА ТЕРРИТОРИЯХ ПРИГОРОДНЫХ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ  
г. ГОМЕЛЯ, ИСПЫТЫВАЮЩИХ РЕКРЕАЦИОННОЕ  
ВОЗДЕЙСТВИЕ**

В настоящее время важным является изучение видового состава лесных биоценозов Белоруссии, которые подвержены наибольшему влиянию со стороны человека. На это в первую очередь и обращено внимание исследователей, изучающих видовую структуру и численность лесных энтомокомплексов, частности жужелиц, которые издавна считаются признанными индикаторами среды обитания [1,2]. Преимущество их использования состоит в том, что они реагируют не только на отдельные загрязнители, но и на весь комплекс воздействующих веществ. Жужелицы характеризуются массовостью в природе, доступностью для оперативной оценки и диагностики [3]. В последние годы пригородные леса города Гомеля используются для организованного и неорганизованного отдыха населения, что предусматривает развитие дачных поселков, оздоровительных лагерей, санаториев, выезд на личном общественном транспорте неорганизованных отдыхающих в зоны отдыха. Как результат вырубаются и захламбляются леса, вытаптывается лесная подстилка, что приводит к антропогенной трансформации не только лесных формаций, но и фауны. В результате начинают формироваться определенные условия обитания, и вслед этому происходит изменение карабидокомплексов. В связи с этим целью нашей работы является оценка современного состояния карабидокомплексов хвойных лесов, которые в значительной степени определяют физиономическую структуру пригородных лесов города Гомеля. В качестве модельных были взяты пригородные леса города Гомеля. Для проведения исследования были взяты 4 модельных участка, расположенных в зоне отдыха: 1.**Ельник черничный**. Древесный ярус представлен елью. В напочвенном покрове встречаются черника, папоротник, злаки. Проективное покрытие – 50%. 2.**Сосняк (искусственный) мшистый**. Возраст до 35 лет. Древесный ярус представлен сосной. Напочвенный ярус представлен мхом, редко растущими зарослями малины. 3.**Сосняк разнотравный**. Он расположен на относительном повышении рельефа. Древесный ярус формируют сосна и дуб. В подлеске встречались дуб, лещина, граб. Почвенный ярус обладает наличием густой лесной подстилки. 4.**Сосняк черничный**. Возраст более 60 лет. В древесном ярусе преобладает сосна. Сосняк имеет богатый и высокорослый травостой. Для выполнения работы использовалась методика, предложенная А.Л. Тихомировой [4]. Латинские

названия жужелиц даны в изложении Э.И. Хотько [5]. Классы доминирования выделяли по шкале О. Ренконена [6], согласно которой доминантными считались виды, обилие которых составляло более 5% от общего числа особей, субдоминантными – 2-5%, рецедентными – 1-2%, субрецедентными – менее 1%. Спектр жизненных форм определяли по И.Х. Шаровой [7].

Нами в летний период с 2007 по 2009 год была проведена работа по изучению количественных и качественных характеристик карабидокомплекса на территориях пригородных лесов города Гомеля. Были собраны 751 экземпляр, относящиеся к 6 родам: *Carabus* L., *Pterostichus* Bon., *Harpalus* Latr., *Pseudoophonus* Motsch., *Agonum* Bon., *Cychrus* F.

Наибольшим видовым составом жужелиц отличаются ельник черничный и сосняк мшистый (по 8 видов). Характер доминирования каждого местообитания отличен. К доминантным видам в ельнике черничном относятся *Carabus glabratus* (40,1%), *Pterostichus niger* (22,7%), *Carabus hortensis* (18%), *Carabus coriaceus* (9%); в сосняке мшистом *Pterostichus niger* (41,7%), *Carabus hortensis* (33,5%), *Carabus glabratus* (11,7%), *Carabus arcensis* (8,2%); в сосняке разнотравном *Carabus hortensis* (41,4%), *Carabus glabratus* (39,2%), *Pterostichus niger* (15,9%); в сосняке черничном *Carabus hortensis* (47,9%), *Pterostichus niger* (27,4%), *Carabus glabratus* (17,8%). Анализ качественных и количественных показателей жужелиц рассматриваемых типов леса выстраиваются в следующий экологический ряд, в котором их показатели нарастают слева направо: сосняк черничный → сосняк мшистый → ельник черничный → сосняк разнотравный. Кормность рассматриваемых типов леса заметно возрастает, что обусловило увеличение численности потенциальных кормовых объектов жужелиц и, как результат, их самих. Видовое разнообразие формируется за счет таких лесных видов *Carabus glabratus*, *Carabus hortensis*, *Carabus coriaceus*, *Cychrus caraboides*, *Pterostichus niger*, что говорит о высокой пластичности этих видов, т.к. они присутствуют в разных биотопах. Это является следствием специфики экологических условий, позволивших повсеместно встречающемуся виду занять в определенном биотопе доминирующее положение.

Следует отметить характер учета *Carabus coriaceus*. Вид достаточно редкий для Беларуси, населяющий только нарушенные биогеоценозы, был отмечен во всех изучаемых биотопах зоны отдыха. К этому же типу жужелиц относится вид *Carabus marginalis*, принимающий участие в формировании карабидокомплекса сосняка мшистого. Соответствуя лесным условиям обитания, а также рекреационной нагрузке в пригородных лесах г. Гомеля формируются карабидокомплексы, основу которых составляют типично лесные виды жужелиц с менее выраженной долей эврибионтов и других групп. Существующие на территории экологические условия способствуют формированию благоприятной среды

для европейского типа фауны (*Carabus glabratus*, *Carabus hortensis*, *Cychrus caraboides*). Присутствие других типов фауны говорит об участии в формировании карабидокомплексов на территории пригородных лесов юго-востока Беларуси неморальных и бореальных элементов.

По трофической специализации среди видов жуужелиц выделено 2 класса жизненных форм: зоофаги (97% всех особей) и миксофитофаги (3%): зоофаги эпигеобионты ходящие – 69,8%, зоофаги стратобионты зарывающиеся подстиличнопочвенные – 26,6%, миксофитофаги геохортобионты гарпалоидные – 1,9%, миксофитофаги стратохортобионты – 1,2%, зоофаги стратобионты скважники подстилочные – 0,6%.

Преобладание форм с открытым или полускрытым образом жизни связано с мезофитностью условий. Следует отметить, что на модельных участках в зоне отдыха не отмечено миксофитофагов, так как эти формы больше связаны с лиственными лесами, где развито злаковое разнотравье.

Таким образом, основу формирования карабидокомплексов пригородных лесов города Гомеля составляют зоофаги европейского типа фауны с явно выраженными мезофильными чертами.

### Литература

1. Дерунков А.В. Структура сообществ жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) в сосновых культурах Беловежской пуужи // Весці АН Беларусі. Сер. біял. навук. 1998. №3. С. 121-124.
2. Александрович О.Р. Состав и структура населения жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) сфагновых сосняков Беловежской пуужи // Весці АН Беларусі. Сер. біял. навук. 1996. №3. С. 93-97
3. Суходольская Р.А. Почвенные беспозвоночные в экологическом мониторинге // Актуальные проблемы экологии: материалы VI Междунар. науч.- практ. конф. / ГрГУ им. Я.Купалы; редкол.: И.Б.Заводник (отв. ред.). Гродно: ГрГУ, 2010. С.142-143.
4. Тихомирова А.Л. Методы почвенно-зоологических исследований: М.: Наука, 1975. 128 с.
5. Хотько Э.И. Определитель жуужелиц (Coleoptera, Carabidae): учеб. пособие / Э.И.Хотько. Минск: Наука и техника, 1978. 88 с.
6. Renkonen O // Ann.Zool.Soc.Zool.Bot.Fenn.Vanamo. 1938. Bd 6. P.1-231.
7. Шарова И.Х. Жизненные формы жуужелиц (Coleoptera, Carabidae). М., 1981. 360 с.

**Д.М. Панков**

Алтайская государственная академия образования им. В.М. Шукшина,  
Агротехническая лаборатория, г. Бийск

### **ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПОМОЩИ НАСЕКОМЫХ**

В последнее время во всех регионах России, в основном из-за неразумных и необдуманных действий человека по отношению к природе, формируются разнообразные экологические проблемы. Традиционный

характер загрязнения окружающей среды приобретают дымовые выбросы, образующиеся в больших объемах при сжигании на приусадебных и придомовых территориях разнообразного мусора, в том числе синтетических изделий; сплошные вырубки лесных массивов на огромных площадях давно уже считаются нормальным явлением; умышленные поджоги естественной растительности имеют все более широкое распространение; истребление всего живого с каждым годом становится все более популярным мероприятием и т.д. В большинстве случаев причиной этому являются низкая экологическая культура населения, отсутствие базовых экологических знаний, несовершенное экологическое образование и воспитание, а главное – непонимание последствий вреда наносимого природе. Поэтому все чаще приходится слышать, что в сложившейся неблагоприятной экологической ситуации виноват кто-то.

Основным фактором в установлении степени остроты экологических проблем является состояние здоровья человека, что вызывает необходимость в оптимальном поддержании концентрации составляющих окружающей среды, относящиеся к сильным раздражителям. К их числу относится пыльца растений, содержащаяся в приземном слое воздуха. Высокое насыщение пылью воздуха негативно сказывается на здоровье людей, страдающих аллергией. В связи с этим возникает необходимость в разработке мероприятий, позволяющих при обильном продуцировании растениями пыльцы существенно снизить ее содержание в воздухе.

Пыльцевые зерна растений при ветреной погоде разносятся на значительные расстояния и в силу своей легкости долго находятся во взвешенном состоянии в воздухе, поэтому в период массового цветения растений насыщенность пылью воздуха жилых территорий часто достигает высокой концентрации.

В пределах населенных пунктов преобладает растительность газонов и прочих искусственно озелененных участков, где пыльца образуется в небольших количествах. Основной ее приток в воздушный бассейн жилой территории поступает с растений, произрастающих за пределами населенных пунктов. Как правило, эти территории используются под выпас скота, но в связи с падением животноводства в целом и стабильной тенденцией сокращения частного поголовья сельскохозяйственных животных на этих землях развиваются все более разнообразные цветковые растения, обильно продуцирующие пыльцу. Так например, в Быстроистокском районе Алтайского края на территориях, ранее подверженных воздействию скота отмечается интенсивное развитие популяций злаковых, бобовых, сложноцветных и др. пыльценосов.

Для адсорбирования пыльцы из атмосферного воздуха учеными разработаны ряд устройств, однако их эксплуатация связана с определенными трудностями и затратами и не всегда возможно достичь положительного эффекта на больших по площади территориях.

Лучшими собирателями пыльцы являются насекомые: одиночные – поедатели пыльцы и общественные – сборщики пыльцы. Из насекомых, обильно собирающих пыльцу, выделяются медоносные пчелы. Пыльца им необходима для выращивания расплода, поэтому одним из способов увеличения сбора пыльцы с растений и снижения ее концентрации в атмосферном воздухе является разработка приемов, направленных на увеличение расплода в улье.

По имеющимся данным, в Алтайском крае медоносная растительность позволяет удовлетворить потребности в корме 2 млн. пчелосемей, однако на данный момент в крае содержится около 200 тыс. пчелосемей [1], что не позволяет осуществить должный сбор пыльцы. Подобная закономерность наблюдается в отношении диких общественных сборщиков пыльцы, поэтому возникает необходимость в разработке способов, направленных на увеличение численности этих насекомых. В отношении культурных медоносных пчел это заключается в увеличении количества пасек и их расширении, в отношении диких насекомых – в создании искусственных гнездовий. Например, увеличить популяцию шмелей можно при сооружении небольших полостей, размещенных под слоем почвы; некоторых диких пчел – подвязыванием пучка тростника к стволу дерева; ос (несколько видов которых, являются активными сборщиками пыльцы полыни) – размещением различных емкостей на крупных ветвях деревьев и др. [2]. Осуществление этих простых мероприятий посильны каждому человеку.

Таким образом, увеличение численности и количества семей насекомых собирающих пыльцу положительно скажется не только на экологии окружающей среды, но и на всех сферах жизни человека.

## Литература

1. Панков Д.М., Важов В.М. Проблемы опыления сельскохозяйственных культур в Алтайском крае. // Современные наукоемкие технологии. М.: ИД «Академия Естествознания». 2009. № 12. С. 31-33.
2. Панков Д.М. Пчелоопыление и урожай: монография. М.: Академия Естествознания, 2010. 118 с.

*Результаты исследований, приведенные в статье, получены при выполнении тем НИР: «Формирование высокопродуктивных агрофитоценозов сельскохозяйственных культур в условиях лесостепи Алтайского края на основе опылительной деятельности медоносных пчел», номер госрегистрации 01.2.00 951435; «Природно-рекреационные ресурсы низкогорий Алтайского края», номер госрегистрации 0120.0 801595.*

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ В ГОРОДАХ-ЦЕНТРАХ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ**

Черная металлургия – традиционно одна из базовых отраслей народного хозяйства, она обладает мощным комплексно- и районообразующим потенциалом. Но одновременно отрасль является «лидером» по суммарному ущербу для окружающей среды. При этом вклад в загрязнение атмосферы и образование токсичных отходов существенно превышает вклад отрасли в валовой объем промышленной продукции. Отношение доли в загрязнении к доле в производстве по стране в целом составляет 1,3 – отрасль изначально считается «грязной».

К настоящему моменту в России сформировались 6 крупных компаний, владеющих всеми стадиями производства. Наиболее крупными среди них являются «Северсталь Групп» и «Евраз Групп». Данные компании сейчас активно вкладываются в модернизацию заводов. Это привело к сокращению валового и удельного загрязнения в центрах основного производства (Череповец, Нижний Тагил), выбросы сократились на 11-14%.

Вложения крупнейших компаний улучшили экологическую ситуацию в целом ряде городов, но ведущим фактором по сей день продолжает оставаться технологический. Схемы, используемые предприятиями, зачастую устарели настолько, что рост производства сопровождается и ростом загрязнения в большинстве старых производств. Затраты на устранение данных загрязнений именуются экологическими издержками и являются определителем экологической эффективности. Важнейшим условием анализа экологической эффективности является экологическая открытость компаний. На ее основе составляются рейтинги по возможностям доступа к информации. Большинство предприятий черной металлургии находятся на самых нижних местах таких рейтингов, в силу непредоставления данных, и лишь ММК находится много выше, открывая тем самым возможности для инвестирования.

Комплексная оценка экологической опасности предприятий черной металлургии, учитывающая удельное водопотребление, загрязнение водных источников, атмосферы от стационарных и передвижных источников, земельных ресурсов и образования отходов, позволила сделать вывод, что различия внутри одного технологического типа в несколько раз превосходят различия между типами. Максимальный интегральный индекс экологических издержек по добывающим предприятиям превышает минимальный по трубным заводам в 3,2 раза, а среднее различие внутри типов между отдельными предприятиями – 7,75

раза, т.е. внутривидовые различия более чем в 2 раза превышают межвидовые. Коэффициент асимметрии, который показывает отклонение данного распределения от нормального, с учетом знака, между технологическими типами предприятий составляет 0,21, а внутри типов между отдельными предприятиями – 0,35. Следовательно, для сокращения экологических издержек, повышения уровня экологической эффективности важны инновации, инвестиционная политика, разработка стратегии развития. Т.о. перспективы экологоориентированного развития российской экономики во многом зависят от интенсивности структурных сдвигов не столько между отраслями, сколько между группами предприятий с различным уровнем эффективности. Низкая экологическая конкурентоспособность российской экономики во многом предопределена сосуществованием на одних и тех же рынках предприятий-лидеров и аутсайдеров при наличии огромного разрыва между ними в уровне экологичности.

Но черная металлургия – отрасль сложная для инвестирования в силу высокой капиталоемкости. Принципиального прорыва в технологии, позволяющего отказаться от агломерации, коксования и доменного производства не произошло, поэтому и загрязнение изменяется пропорционально объему производства:

1. Если до 2000 г. объем загрязнения сократился во всех отраслевых центрах (в наименьшей степени на небольших и старых предприятиях, из крупных только Магнитогорский металлургический комбинат сохранил свыше 90% валового загрязнения 1990 г.), то после 2000 г. объемы загрязнения выросли практически на всех крупнейших предприятиях (кроме АО «Северсталь»), на большинстве добывающих (Качканар, Ковдор, Железногорск, Оленегорск), на предприятии «Алтайкокс» г. Заринск.

2. Удельные выбросы сократились в городах, где нет доменного производства (Аша, Белорецк, Выкса, Гурьевск, Полевской) и в центрах добычи руд Таштагол, Железногорск, т.е. где базовый уровень и был низким. Крупные центры с комбинатами полного цикла (Магнитогорск, Липецк, Череповец) характеризуются средним уровнем удельного загрязнения, который плавно снижался в последние годы, т.к. основное снижение прошло в середине 1990-х гг., когда были выведены неэффективные мощности. Наименьшие удельные выбросы характерны для Старого Оскола, они достаточно стабильны, т.к. новая технология прямого восстановления железа была создана в 1980-е гг. в качестве эксперимента в вододефицитном районе. Напротив, небольшие старые заводы с чрезвычайно высокими удельными выбросами увеличили удельное загрязнение (г. Абаза, Нижние Серегы и особенно Петров-Забайкальский).



3. Все изменения загрязнения происходили на фоне роста производства практически во всех городах. На крупнейших предприятиях полного цикла рост производства был одним из самых высоких и везде превышал рост выбросов. Причем даже на самом современном предприятии в Старом Осколе выбросы растут столь же пропорционально производству, как на комбинатах, до конца не завершивших первичное перевооружение. Очевидно, и здесь предел экологизации уже достигнут.

Все факторы (генетический, технологический и т.п.) обуславливают высокую степень экологической опасности отрасли, особенно для моноструктурных городов. Увеличение экологизации отрасли приведет в дальнейшем к росту производительности и соответствию международным стандартам, что будет являться дополнительным конкурентным преимуществом. Но сдерживает модернизацию и экологизацию отрасли, прежде всего, то, что при больших вложениях она становится неконкурентоспособной по издержкам на мировом рынке.

**Т.А. Першина, А.П. Спицин**

Кировская государственная медицинская академия

### **СТРЕСС-РЕАКТИВНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ С НАСЛЕДСТВЕННОЙ ОТЯГОЩЕННОСТЬЮ ПО АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ**

Сохранение основных функций и параметров жизнедеятельности организма, его адаптация в условиях быстро меняющегося окружающего мира обеспечиваются комплексом регуляторных механизмов. Именно они позволяют органам и системам человека, включая психоэмоциональную сферу, приспособиться к тем или иным изменениям окружающей среды или новым условиям его существования.

Ключевым моментом генетически детерминированных особенностей организма является активность различных звеньев стресс-системы и стресс-лимитирующих факторов, а также степень их активации (реактивности) под влиянием стрессора, которые могут изменяться в процессе жизнедеятельности. Непосредственные механизмы повреждающего действия психосоциальных факторов до сих пор обсуждаются, ведущая роль отводится изменению активности вегетативной нервной системы. Одним из методов, позволяющих оценить баланс симпатической и парасимпатической нервной систем, является определение вариабельности сердечного ритма (ВСР).

Цель: изучить связь ВРС с наследственной отягощенностью по артериальной гипертензии (АГ) у студентов-медиков в условиях экзаменационного стресса.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 29 студентов младших курсов, 19 из которых имели наследственную отягощенность по артериальной гипертензии. Кардиоритмограмма регистрировалась по стандартной методике в течение 5-10 мин. В дальнейшем рассчитывали временные стандартизированные характеристики динамического ряда кардиоинтервалов: частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин); средне-квадратичное отклонение последовательных RR-интервалов (SDNN, мс); стандартное отклонение разности последовательных RR-интервалов (RMSSD, мс); частота последовательных RR-интервалов с разностью более 50 мс (pNN50, %); амплитуда моды (АМо, %); индекс напряжения (ИН, усл. ед.); показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР, баллы). Условные обозначения показателей вариабельности сердечного ритма (ВРС) представлены в соответствии с международными стандартами оценки ВРС и используемыми ориентировочными нормативами. Далее, на основе проведения спектрального анализа ВРС рассчитывали и анализировали частотные параметры: общую мощность спектра (TP), мощности в высокочастотном (HF, 0.16-0.4 Гц), низкочастотном (LF, 0.05-0.15 Гц) и очень низкочастотном (VLF, <0.05 Гц) диапазонах. Кроме того, вычисляли коэффициент LF/HF, отражающий баланс симпатических и парасимпатических регуляторных влияний на сердце.

Результаты обрабатывали при помощи пакета программ «STATISTICA 6». Осуществляли определение средней (M) и ошибки средней (m). Результаты представлены в виде  $M \pm m$ .

Результаты и обсуждение. У лиц женского пола с наследственной отягощенностью по артериальной гипертензии среднее значение RR-интервалов оказалось меньше ( $623,5 \pm 18,7$  мс против  $723,2 \pm 21,7$  мс у здоровых;  $p=0,002$ ), что указывает на более выраженное усиление симпатического отдела ВНС у данного контингента. На более выраженное напряжение механизмов регуляции сердечного ритма у лиц женского пола с наследственной отягощенностью указывали и различия в структуре сердечного ритма. Мощность в LF диапазоне у студенток с наследственной отягощенностью была значительно меньше по сравнению со здоровыми лицами ( $1457 \pm 479 \text{ мс}^2$  против  $3157,9 \pm 974 \text{ мс}^2$ ;  $p=0,016$ ). Мощность LFволн, как известно, отражает активность подкоркового сосудистого центра. У студенток с наследственной отягощенностью выявлены более высокие значения индекса централизации в управлении сердечным ритмом ( $6,0 \pm 1,1$  у.е против  $5,0 \pm 0,75$  у.е.,  $p=0,06$ ).

У студентов-мужчин различия во временных и спектральных показателях ВРС в зависимости от наследственной отягощенности оказались менее значимыми. Однако на более выраженное напряжение механизмов

регуляции сердечного ритма у студентов с наследственной отягощенностью указывали различия в значениях SDNN ( $p=0,08$ ), вариационном размахе ( $p=0,082$ ), индексе кардиореспираторной синхронии ( $p=0,051$ ).

Таким образом, исследования в условиях экзаменационного стресса показали, что адаптивные реакции сердечно-сосудистой системы, регуляции ритма сердца у студентов мужского и женского пола складывались в рамках общей тенденции повышения напряжения механизмов регуляции и повышения активности симпатической нервной системы, но имели различную степень выраженности в зависимости наследственной предрасположенности. Наиболее выраженные гендерные различия сердечного ритма отмечались студентов женского пола с наследственной отягощенностью по АГ. Выделенные параметры адаптации, по-видимому, несут интегральную информацию об особенностях организации функционального состояния и проявляются не в случайных (эпизодических) взаимодействиях со средой, а отражают достаточно устойчивую, типичную индивидуальную манеру компенсаторно-приспособительной реакций организма в ответ на действие стрессоров повседневной жизни.

**Н.В. Петрова, Н.В. Василевская**

Мурманский государственный гуманитарный университет

### **СОХРАНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИРОДНОГО ЛАНДШАФТА В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ Г. МОНЧЕГОРСКА)**

Для урбанизированных территорий Кольского полуострова характерна высокая концентрация предприятий горно-обогатительной промышленности. В окрестностях г. Мончегорска находится медно-никелевый комбинат «Североникель» Кольской Горно-металлургической компании. Основными загрязнителями данного предприятия являются выбросы углекислого и угарного газов, оксидов азота, фенолов, формальдегида, полициклических ароматических углеводородов, в основном бенз(а)пирена, серной кислоты и серного ангидрида, сероводорода, хлора, тетракарбонила никеля, соединений ванадия, двуокисей селена и теллура, оксидов марганца. В почвах содержатся высокие концентрации тяжелых металлов: Ni, Cu, Co, Cr, As, Cd, Sb, V. Эти элементы являются типичными компонентами аэротехногенных

выбросов горно-металлургических предприятий по переработке медно-никелевых руд.<sup>1</sup>

Несмотря на высокий уровень загрязнения среды в окрестностях города, Мончегорск – один из примеров продуманного проектирования промышленного центра. Автором генерального плана города, заложенного в 1935 году, стал ленинградский архитектор С. Е. Бровцев, который выбрал удаленное место от комбината, с учетом «розы ветров», а также максимально использовал особенности местного ландшафта для создания комфортных условий жизни горожан. Сохранение естественного лесного массива – основная идея при строительстве города. Участки северной тайги образуют лесопарковые зоны, составляют основу Городского парка. На каждого мончегорца приходится более 15 м<sup>2</sup> зеленых насаждений.<sup>2</sup> Главная магистраль (проспект Ленина) и большая часть улиц проложена с востока на запад, и укрывают город от частых ветров. Необходимо отметить вклад первого управляющего треста «Кольстрой» В. И. Кондрикова в сохранение естественного лесного массива. После утверждения генерального плана строительства в 1935 году, он дал распоряжение о прекращении рубки леса на территории будущего города. Архитектор Г. М. Огинский вместе с Натальей Рамарчевской также принимали участие в благоустройстве парка.<sup>3</sup>

Городской парк г. Мончегорска стал первым в Мурманской области и долгое время был единственным на территории города (рис.1).



Рис.1. Вид городского парка в 50-е гг. XX-го века.

<sup>1</sup> Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2008 году. Мурманск; Кн. изд-во, 2009. 152 с.

<sup>2</sup> Жиденко Г. В. Экологические проблемы муниципального образования «город Мончегорск» и пути их решения // Открытое информационно-правовое сообщество: взгляд с Севера матер. Междунар. науч.-практ. конф. Мурманск, 10-12 ноября 2004 г.) [Электронный ресурс]. Мурманск: МГОУНБ, 2005.

<sup>3</sup> Коротков И. А. Город-сад // Мончегорский рабочий. 2007 от 21 июля.

Городской парк представляет собой сохранившиеся острова аборигенных сосново-елово-березовых, кустарничково-зеленомошных и лишайниковых лесов (рис.2). На влажных склонах встречаются густые заросли высокоствольных ивняков с примесью сосны, ели и березы. Проведенные в 2009 – 2010 гг. исследования декоративной части флоры парка позволили выявить 27 видов растений аборигенной и адвентивной флоры. Здесь насчитывается 11 видов деревьев (*Pinus sylvestris* L., *Picea abies* (L.) Karst., *Picea obovata* Ldb., *Larix sibirica* Ledeb., *Betula pubescens* Ehrh., *Betula pendula* Roth., *Betula tortuosa* Ledeb., *Populus tremula* L., *Sorbus aucuparia* L., *Sorbus gorodkovii* Pojark., *Padus avium* Mill.), 7 видов кустарников (*Salix caprea* L., *Salix glauca* L., *Rubus idaeus* L., *Lonicera tatarica* L., *Syringa josikaea* Jacq., *Ribes nigrum* L., *Caragana arborescens* Lam.), 8 видов декоративных травянистых растений (*Aconitum cammarum* L., *Myosotis alpestris* F.W. Schmidt., *Tagetes erecta* L., *Tagetes patula* L., *Calendula officinales* L., *Bellis perennis* L., *Leucanthemum vulgare* Lam., *Viola tricolor* L.).

Несмотря на близость комбината, в парке выявлены лишайники из родов *Cladonia* и *Peltigera* Pers. Эпифитные лишайники отсутствуют. Среди деревьев мало сухостоя, встречается частичное повреждение стволов, кроны и листьев, в частности растрескивание коры и некрозы поверхности листьев. В настоящее время парк испытывает высокие рекреационные нагрузки, растительный покров на наибольших участках вытоптан.



Рис. 2. Городской парк в 90-е гг. XX века.

Несмотря на это, Городской парк г. Мончегорска является одним из примеров удачного сохранения и озеленения ландшафта промышленного города в условиях Крайнего Севера.

### Литература

1. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2008 году. Мурманск: Кн. изд-во, 2009. 152 с.
2. Жиденко Г.В. Экологические проблемы муниципального образования «город Мончегорск» и пути их решения // Открытое информационно-правовое



сообщество: взгляд с севера Матер. Междунар. науч.-практ. конф. (Мурманск, 10-12 ноября 2004 г.) [Электронный ресурс]. Мурманск: МГОУНБ, 2005.

3. Коротков И.А. Город-сад // Мончегорский рабочий. 2007 от 21 июля.

**О.М. Плотникова, А.Н. Евдокимов**

Региональный центр по обеспечению государственного экологического контроля и мониторинга объектов по хранению и уничтожению химического оружия по Курганской области, г. Курган

### **АКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ФЕРМЕНТОВ В ОТВЕТ НА ВВЕДЕНИЕ МЕТИЛФОСФОНАТА ЛАБОРАТОРНЫМ МЫШАМ**

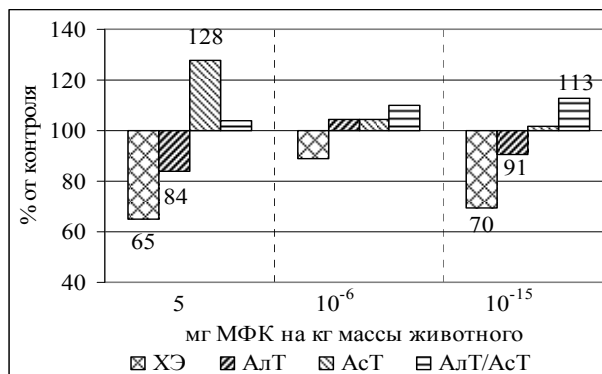
В ответ на воздействие специфических загрязняющих веществ в настоящее время все чаще стали изучать активность ферментов.

Известно, что под действием фосфорорганических отравляющих веществ (ФОВ) и пестицидов снижается активность холинэстеразы (ХЭ). Однако изменение энзимной активности у теплокровных животных после воздействия метилфосфоновой кислоты (МФК) как продукта распада ФОВ и некоторых пестицидов не изучалась.

Целью данной работы было изучение активности ХЭ, аспартат-(АсТ) и аланин-(АлТ) аминотрансфераз через 72 часа после введения самцам лабораторных мышей МФК в высокой (5 мг/кг массы животного), средней ( $10^{-6}$  мг/кг) и низкой ( $10^{-15}$  мг/кг) дозах.

Полученные экспериментальные данные для опытных групп самцов относительно контрольных групп приведены на рисунке.

Таким образом, установлена волнообразная зависимость изменения активности изученных ферментов в зависимости от различных доз МФК: после введения высокой и низкой доз МФК активность ХЭ и АсТ снижалась практически одинаково – на 30-35% для ХЭ и 9-16% для АсТ, а в средней дозе МФК не вызывала достоверного изменения активности изученных ферментов.



Изменение активности ХЭ, АсТ, АлТ (в % относительно контроля) в плазме крови самцов через 72 часа после введения МФК в дозах 5,  $10^{-6}$  мг/кг и  $10^{-15}$  мг/кг.

Примечание. Значения отличий в % указаны при статистически значимых различиях  $p < 0,05$

<sup>1</sup>Ю.С. Поликарпова, <sup>1</sup>М.С. Новожилова, <sup>2</sup>И.А. Телепова,  
<sup>2</sup>Е.Ю. Терехова, <sup>2</sup>Я.Э. Вилкова

<sup>1</sup>Нижнетагильская государственная социально-педагогическая академия,  
<sup>2</sup>МОУ лицей № 39, г. Нижний Тагил

## ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ТЕРМАЛЬНЫХ И МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

Люди всегда хотели найти «лекарство от всех болезней», и некоторое время назад таким средством являлись лечебные воды. Сегодня во всем мире предпочтение отдается природной минеральной воде. Это бесценный дар, который трудно переоценить в эпоху повсеместного экологического неблагополучия.

Целью работы являлось проведение химического анализа термальных и минеральных вод. В работе использовали следующие методы анализа: комплексонометрическое и кислотно-основное титрование, атомно-абсорбционный, потенциометрия, социологический опрос.

В социологическом опросе участвовали 120 человек. По результатам проведенного опроса нами были определены следующие минеральные воды для исследования: Тюменская вода (термальная), Аква-минерале, Ессентуки № 47, Агуша, Бонаква, Архыз, Обуховская-11, Ессентуки-17. Самыми популярными термальными источниками Тюмени среди населения являются: Верхний Бор, Сосновый Бор, г. Ялуторовск, г. Заводоуковск, Источник-2. В основном респонденты посещали источники «дикие» или турбазы.

Исследование минерального состава термальных вод по бальнеологическим заключениям представлено в табл. 1.

Таблица 1

Результаты бальнеологических заключений минеральных вод

Название источника	F <sup>-</sup> , г/л	Cl <sup>-</sup> , г/л	J <sup>-</sup> , г/л	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , г/л	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , г/л	K <sup>+</sup> , г/л	Na <sup>+</sup> , г/л	Mg <sup>2+</sup> , г/л	Ca <sup>2+</sup> , г/л	Fe <sup>3+</sup> , г/л	B <sup>-</sup> , г/л
т/б «Источник - 2», 35 км от г. Тюмень по Салаирскому тракту	0,0012	1,100	0,003	0,006	0,366	0,377	2,571	0,0312	0,1208	0,005	-
т/б «Дорожник»		4,410			0,0056	0,0049	0,0132	2,874	0,0273	0,140	0,0017
с.Дубровное скважина № 91			0,083	0,008							0,067
«Тюменская -2» скважина № 10-б		0,420	0,025-0,030		0,300-0,350	0,038		0,025	0,121	0,0076	0,035

Из табл. 1 следует, что содержание микрокомпонентов  $J^-$ ,  $Br^-$ , уровень общей минерализации в данных образцах свидетельствует о том, что они относятся к термальным водам. Самая богатая вода по составу с туристической базы «Источник-2».

Атомно-абсорбционный анализ проводили на приборе AAnalyst400 американской фирмы «Palmer almer». В образцах определяли тяжелые металлы  $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ . Для определения тяжёлых металлов брали 200 мл исследуемой воды, добавляли 5 мл концентрированной азотной кислоты и упаривали в четыре раза до объёма 50 мл. Результаты показали, что указанные тяжелые металлы отсутствуют.

Для анализа общей жесткости использовали 100 мл воды, помещали в колбу для титрования, затем 5 мл буферного раствора и титровали 0,1 моль/л раствором трилона Б в присутствии индикатора эриохрома черного Т до перехода вишнево-красной окраски раствора в сине-фиолетовую.

Общую жесткость рассчитывали по формуле:

$$Ж_о = \frac{(V \cdot C)_{\text{трилона Б}} \cdot 1000}{100}, \text{ ммоль / л.}$$

Для определения карбонатной жесткости воды в коническую колбу емкостью 250 мл отмеряли 50 мл исследуемой воды, добавляли 50 мл дистиллированной воды и 5 капель индикатора метилового оранжевого. Титровали соляной кислотой с концентрацией 0,1 моль/л до перехода окраски из желтой в оранжевую.

Карбонатную жесткость рассчитывали по формуле:

$$Ж_к = \frac{(V \cdot C)_{HCl} \cdot 1000}{100}, \text{ ммоль / л.}$$

Некарбонатную жесткость рассчитывали по формуле:

$$Ж_н = Ж_о - Ж_к.$$

pH растворов определяли с помощью pH-метра марки 340.

Результаты определения жесткости и pH представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты исследований

Название воды	Полученные данные, ммоль/л			pH
	Жо	Жк	Жн	
1. Тюменская вода	10,2	6,4	3,8	4,6
2. Вода Аква-минерале	-	-	-	4,0
3. Эссентуки № 47	7,0	-	-	6,4
4. Агуша вода для детского питания из артезианской скважины	4,0	2,2	1,8	6,0
5. Бонаква газированная питьевая вода	3,2	1,0	2,2	4,1
6. Архыз вода минеральная питьевая столовая	3,4	2,8	0,6	4,0
7. Эссентуки 17 вода минеральная питьевая лечебная газированная	10,0	0,2	9,8	4,0
8. Обуховская-11 газированная минеральная вода	2,2	1,4	0,8	4,0



Из табл. 2 следует, что показатель рН находится в пределах нормы (норма 6 – 9) для образцов № 3 и 4. Остальные воды имеют слабокислую среду.

Норма общей жесткости составляет 7,0 ммоль/л. Общая жесткость уменьшается в ряду: Тюменский источник; Эссентуки 17; Эссентуки 47; Агуша; Архыз; Бонаква; Обуховская 11. Минеральная вода Эссентуки 17 и Тюменский источник превышают норму.

Атомно-абсорбционный анализ показал, что тяжелые металлы, в частности  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ , в исследуемых образцах отсутствуют.

В ходе выполнения работы были изучены химические, физические и терапевтические свойства минеральных и термальных вод. Проведены социологическое исследование, анализ бальнеологических заключений, химический анализ проб воды.

Подтверждена гипотеза, что термальная вода является уникальным созданием природы, потому что обладает определенным химическим составом, который и обуславливает ее необычные свойства по сравнению с покупной минеральной водой. В данной работе провели химический анализ только по двум важным характеристикам минеральных вод, но уникальность водам придает еще и микроэлементный состав, который и обеспечивает терапевтический эффект, поэтому исследование будет иметь свое продолжение. Данную работу считаем ценной и актуальной, так как термальные источники пока изучены слабо.

Данную работу можно предложить в качестве учебно-исследовательского пособия, которое можно использовать как на уроках химии и биологии, так и на факультативных занятиях. Каждый из нас заинтересован в хорошем здоровье, поэтому рекомендации, данные нами в ходе исследования, будут полезны жителям не только г. Нижнего Тагила, но и пригорода.

**И.В. Полякова**

Нижегородский государственный педагогический университет

## **ПРОБЛЕМА ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Приоритетной задачей в обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения Нижегородской области является его обеспечение качественной питьевой водой.

В Нижегородской области основными источниками водоснабжения являются бассейны рек Волги, Оки и Ветлуги. В процессе своей производственной деятельности водопользователи осуществляют изъятие

водных ресурсов, их транспортировку, обезвреживание и сброс сточных вод. С 2006 г. к 2008 г. произошло снижение объёмов изъятия водных ресурсов как из поверхностных (на 25,83 млн. м<sup>3</sup>), так и из подземных источников (на 3,76 млн. м<sup>3</sup>), главным образом за счёт проведения мероприятий по снижению водопотребления. В общем снижение было на 29,59 млн. м<sup>3</sup>.

В структуре использования воды преобладает производственное водопользование – 71,4%, на хозяйственно-питьевое водоснабжение приходится 22,9%. На протяжении ряда лет общее соотношение не претерпевает резкого изменения. В области наблюдается снижение потребности в воде на сельскохозяйственные нужды (0,9%) и на орошение и обводнение (0,1%), что можно объяснить сокращением площадей пахотных земель и снижением объёмов сельскохозяйственного производства. На прочее водопользование приходится примерно 4,7%. Отметим что 46,7% воды, используемой на производственные нужды, составляет вода питьевого качества. Тенденция к увеличению использования питьевой воды в промышленном производстве определяется внедрением новых технологий, требующих применения воды более высокого качества.

В результате анализа установлено, что потери воды при транспортировке снизились. В области активно ведутся работы по реконструкции водозаборных сооружений и распределительных сетей. Основными приёмниками сбрасываемых сточных вод в Нижегородской области являются поверхностные водные объекты. В них сбрасывается 99% всех сточных вод области. Нормативно чистые сточные воды составляют 61 %, недостаточно очищенные – 35,96% объёма стоков, без очистки в поверхностные водоёмы сбрасывается 3% сточных вод, лишь 0,04% – нормативно очищенные стоки. Такое соотношение нормативно очищенных и недостаточно очищенных стоков объясняется неудовлетворительной работой многих очистных сооружений области.

Анализ современных мониторинговых данных позволяет сделать вывод о том, что в Нижегородской области 59% населения обеспечивается доброкачественной водой, 23% – условно-доброкачественной и 18% – недоброкачественной. Централизованным водоснабжением пользуется 95% городского и 74% сельского населения.

Для более подробного изучения обеспечения населения качественной водой мной проанализированы материалы представленные в Ежегодных докладах министерства экологии и природных ресурсов Нижегородской области ФГУ «ТФИ по Приволжскому федеральному округу». В результате анализа выявлено, что удельный вес проб воды, не соответствующий требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» её качества в

поверхностных водоёмах в местах водопользования в 2008 г. по микробиологическим показателям в Нижегородской области 7,7 %, в Н.Новгороде 20,7 %, что почти в три раза выше. В то же время по санитарно-химическим показателям наблюдается обратная картина – в Нижегородской области 22,5 %, в Н.Новгороде составляют 7,7 %.

Рассматривая динамику качества воды за ряд лет можно отметить его улучшение, как по Нижегородской области, так и по Н.Новгороду. В Нижегородской области по микробиологическим показателям процент нестандартных проб с 2006 к 2008 года уменьшился на 2,2% (в 1,3 раза), а по санитарно-химическим показателям на 2,5% (в 1,1 раза). В Н.Новгороде по микробиологическим показателям уменьшился на 1,3% (в 1,1 раза), по санитарно-химическим на 1,8% (в 1,2 раза).

Нецентрализованным водоснабжением пользуется в Нижегородской области 5% городского и 23% сельского населения. В области 3565 нецентрализованных источников водоснабжения. Качество их воды на протяжении ряда лет не соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана водоисточников» по микробиологическим и санитарно-химическим показателям. В Нижегородской области к 2008 г. идёт тенденция по улучшению качества воды в нецентрализованных источниках водоснабжения. По микробиологическим показателям удельный вес проб воды составляет 51%, по санитарно-химическим 54%. В Н.Новгороде качество воды ухудшилось, и удельный вес проб воды в источниках нецентрализованного водоснабжения по микробиологическим показателям составляет 89,7%, по санитарно-химическим 84,3%.

**М.В. Райко, А.А. Беляченко**

Саратовский государственный технический университет

### **ЖИЗНЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ДЕРЕВЬЕВ В ПРИГОРОДНЫХ ЛЕСАХ г. САРАТОВА**

В настоящее время ряд неблагоприятных экологических факторов приводят к существенному изменению лесных растительных сообществ. Эти изменения затрагивают все ярусы леса и очень часто выражаются в ухудшении жизненного состояния деревьев. В дальнейшем это может сказываться на направлении трансформации лесных растительных сообществ. Необходимость проведения мониторинговых исследований состояния различных компонентов лесных растительных сообществ обусловлена постоянным возрастанием антропогенной нагрузки на

территории пригородных лесов. Одним из хороших диагностических признаков экологического состояния территории является жизненное состояние деревьев [1].

Изучение жизненного состояния деревьев различных пород на территории крупного пригородного лесного массива природного парка «Кумысная поляна» изучалось по методике В.А. Алексеева [2]. Кроме этого, был проведен учет влияния рельефа – одного из основных факторов, влияющих как на распределение растительных сообществ пригородных лесов, так и на интенсивность рекреационного использования территории [3]. Жизненное состояние деревьев в различных участках территории природного парка представлено в таблице.

Жизненное состояние деревьев в Природном парке «Кумысная поляна»

Вид	Жизненное состояние					
	I	II	III	IV	V <sub>a</sub>	V <sub>b</sub>
Склон северной экспозиции						
Дуб черешчатый	1/0/0*	47/49/54	21/27/30	7/11/15	0/1/2	0/1/2
Клен остролистный	87/83/71	3/8/10	-	-	-	-
Липа мелколистная	2/0/0	50/64/68	15/16/20	21/26/32	1/1/4	-
Осина	2/2/0	44/49/53	11/17/18	5/8/11	0/1/2	-
Склон южной экспозиции						
Дуб черешчатый	2/2/1	32/40/41	16/22/27	3/6/8	0/1/1	-
Клен остролистный	91/86/79	1/5/6	-	-	-	-
Липа мелколистная	4/3/1	42/46/55	14/15/18	-	-	-
Осина	6/5/2	31/33/40	7/10/12	0/1/1	-	-
Склон западной экспозиции						
Дуб черешчатый	3/2/1	22/33/34	11/12/17	1/2/4	-	-
Клен остролистный	96/95/91	4/5/5	-	-	-	-
Липа мелколистная	2/2/1	33/37/38	10/12/13	-	-	-
Осина	5/2/1	21/25/27	3/7/9	-	-	-
Склон восточной экспозиции						
Дуб черешчатый	0/1/0	29/37/49	18/24/25	13/13/16	0/1/1	0/0/1
Клен остролистный	72/72/66	8/10/13	-	-	-	-
Липа мелколистная	2/1/0	57/59/61	14/15/17	15/21/23	0/1/2	-
Осина	2/2/0	44/52/57	19/20/22	17/20/20	-	-

Примечание: в таблице приведены данные о среднем количестве деревьев (экз/га) различного жизненного состояния в верхних (первая цифра), средних (вторая цифра) и нижних (третья цифра) частях склонов.

В целом на территории природного парка «Кумысная поляна» лучшее жизненное состояние характерно для клена остролистного. Большинство дубов находятся в ослабленном и сильно ослабленном состоянии. При этом наибольшее количество здоровых и ослабленных и наименьшее количество сильно ослабленных деревьев отмечено в верхних и средних частях склонов северной и западной экспозиции. Напротив, наихудшее жизненное состояние характерно для дубов в средних и нижних частях склонов южной экспозиции. Липа мелколистная и осина

чаще всего находятся в ослабленном жизненном состоянии. Кроме того, встречаются деревья этих пород, находящиеся в усыхающем состоянии или характеризующиеся как свежий сухостой. Лучшее жизненное состояние липы мелколистной отмечено в средних частях склонов северной и восточной экспозиции, худшее – на склонах южной и западной экспозиции. Это связано с тем, что наибольшее количество рекреантов отмечается на плакорах вблизи верхних частей склонов овражно-балочных систем, а также на их днищах, в то время как крутые средние части склонов практически не посещаются людьми. Кроме того, здесь редко проводятся лесохозяйственные мероприятия.

### Литература

1. Матвеев Н.М. Биоэкологический анализ флоры и растительности (на примере лесостепной и степной зоны): учеб пособие. Самара, 2006.
2. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51-57.
3. Болдырев В.А., Степанов М.В. Влияние локального рекреационного воздействия на лесную растительность Саратовского Правобережья. // Вопр. биол., экол., хим. и мет. обуч. Саратов: Изд-во.Сарат. пед. ин-та, 2000. Вып. 3. С. 87-92.

**Е.Ю. Рогачева, Т.И. Черняева**

Саратовский государственный технический университет

### **АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ТУРИНДУСТРИИ – ПРИЧИНА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА**

Негативные аспекты влияния массового туризма на окружающую среду и туристские ресурсы были отмечены еще в 1970-х годах в зарубежных и отечественных исследованиях. Например, в 1973-1983 гг. в Польше по этой причине протяженность туристских водных маршрутов по рекам и озерам сократилась на 40%, а морских – на 70%. Площадь поврежденных лесов возросла на 60%. С 1976 г. в США в каньоне Балингер в результате движения автотранспорта, обслуживающего туристов, средний темп смыва почвы и грунта в 86 раз превышал предельно допустимый [1,2]. Сегодня антропогенный прессинг наблюдается практически во всех секторах туриндустрии и видах туризма, в подавляющем большинстве туристских районов. Развитие туриндустрии приводит к следующим негативным изменениям:

- 1) сокращению природоохранных территорий;
- 2) разрушению экосистем и уменьшению биоразнообразия;
- 3) увеличению загрязнения воды, почвы и воздуха;

- 4) распространению инфекционных заболеваний;
- 5) разрушению местной социокультурной среды.

В 1996 г. ВТО, Всемирным советом по путешествиям и туризму (WTTC), организацией «Зеленый мир» была разработана концепция устойчивого развития туризма в XXI веке: «Agenda 21 for travel and tourism industry», которая дала толчок развитию «экологического туризма». Наиболее краткое и емкое определение экотуризма предложил Крег Линдберг: «устойчивый и природно-ориентированный туризм и рекреация».

Необходимо различать два вида экологического туризма. Во-первых, экотуризм в границах особо охраняемых природных территорий (акваторий) и в условиях «дикой», ненарушенной или мало измененной природы. Во-вторых, экотуризм на пространстве окультуренного или культурного ландшафта (чаще всего сельского), например, агротуры, эколого-этнографические туры, круизы на экотехнологичном лайнере и многие другие.

Главными составляющими экотуризма являются: «познание природы», «сохранение экосистем», «уважение интересов местных жителей» [3]. То есть тур можно считать экологическим, если он включает изучение природы, получение туристами новых навыков и знаний о природных средах, подразумевает соответствующее поведение группы на маршруте и участие туристов в мероприятиях по защите окружающей среды, предполагает соблюдение местных законов и обычаев, а также вносит вклад в социально-экономическое развитие соответствующих территорий.

Главное отличие экологического туризма от массового – это то, что он оказывает меньшее воздействие на окружающую среду и не нуждается в развитой инфраструктуре. Но это не означает, что экологический туризм должен ассоциироваться исключительно с некомфортными путешествиями с тяжелым рюкзаком в девственно природных условиях. Напротив, экотуром может являться, например, круиз по Волге на комфортабельном теплоходе при условии использования на теплоходе экотехнологий и соблюдения туристами основных правил: туристы должны покидать судно для ознакомления с местной природой, культурой и экологическими проблемами районов и стоянок, включенных в маршрут, и вносить определенный вклад в решение этих проблем.

В настоящее время многие российские турфирмы предлагают экологические туры, подразумевая под ними, как правило, просто пребывание на природе – в пригороде, в национальном парке или на экологической тропе заповедника. Между тем тур может претендовать на статус экологического лишь при наличии рассмотренных выше признаков и экологического потенциала территории.

В Саратовской области экологический туризм развит слабо и практически не пользуется спросом, хотя его потенциал достаточно высок, особенно перспективными туристическими маршрутами являются круизы по Волге, сплавы по малым рекам, посещение Хвалынского заповедника, Кудеяровой пещеры и др. Для развития этих маршрутов необходимо, прежде всего, наладить инфраструктуру туристических объектов, оптимизировать ценовую политику, провести серьезную рекламную кампанию и предусмотреть, чтобы туры соответствовали всем принципам экологического туризма. Распространение экологического туризма в Саратовской области может привести к устойчивому развитию природных территорий.

### Литература

1. Дроздов А.В. Экологический императив и рекреационная география. Известия РАН. Серия географическая. 1998. №4. 270 с.
2. Дроздов А.В., Басанец Л. П. Туристское природопользование, экологический императив и перспективы России. Известия РАН. Серия географическая. 1998. №4. 236 с.
3. Бабкин А.В.. Специальные виды туризма. Ростов н/Д: Феникс, 2008. С. 55.

**Н.В. Руденко<sup>1</sup>, С.Г. Аббасова<sup>1</sup>, А.Ю. Гороховатский<sup>1</sup>,  
И.Д. Виноградова<sup>2</sup>, Ю.В. Вертиев<sup>2</sup>, Е.В. Гришин<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Филиал Учреждения Российской академии наук Института  
биоорганической химии им. акад. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова,  
г. Пущино

<sup>2</sup>Научно-исследовательский институт микробиологии и эпидемиологии им.  
Н.Ф. Гамалеи РАМН, г. Москва

<sup>3</sup>Учреждение Российской академии наук Институт биоорганической химии  
им. акад. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова, г. Москва

### **ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКА БОТУЛИЗМА В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ МЕТОДОМ «САНДВИЧ» - ИММУНОФЕРМЕНТНОГО АНАЛИЗА.**

Ботулинические нейротоксины, секретируемые спорообразующими облигатными анаэробными грамположительными микроорганизмами *Clostridium botulinum*, представляют собой наиболее токсичные из всех изученных на сегодняшний день природных соединений и являются причиной высокой летальности при пищевых отравлениях. Ботулотоксины относят к агентам биотеррористической угрозы высшей категории. Свидетельством их террористической опасности является попытка

применения ботулинических токсинов для массового отравления японской сектой Aum Shinrikyo. Ежегодно по всей стране происходят вспышки заболевания ботулизмом, наблюдаются смертельные случаи в связи с потреблением в пищу продуктов, приготовленных кустарным способом. Серологически ботулинические нейротоксины подразделяются на семь типов, обозначаемых буквами от А до G. Угрозу для человека представляют ботулинические нейротоксины типов А, В, Е и F. Данная работа посвящена разработке диагностических систем для выявления именно этих токсинов. Эффективность терапии при ботулизме определяется точной диагностикой на самых ранних сроках заболевания. Среди современных экспресс-методов детекции иммуноферментный анализ по-прежнему сохраняет ведущие позиции как высоковоспроизводимый, наиболее простой в исполнении и не требующий дорогостоящего оборудования. Несомненным преимуществом тест-систем для детекции различных природных соединений, разработанных на основе моноклональных антител, является высокая воспроизводимость, поскольку эти антитела характеризуются стабильными иммунохимическими свойствами в отличие от поликлональных.

Нами были получены представительные панели моноклональных антител против каждого из ботулинических токсинов типов А, В, Е и F. Все полученные антитела имели высокую константу взаимодействия. Тест-системы для детекции ботулинических нейротоксинов были разработаны в формате «сэндвич»-иммуноферментного анализа, в основе которого лежит использование двух моноклональных антител к различным эпитопам токсина, достаточно удаленным друг от друга, что позволяет «сэндвич»-образующим антителам одновременно взаимодействовать с молекулой антигена. В результате исследования было разработано шесть тест-систем на основе моноклональных антител для количественного определения ботулинических токсинов типов А, В, Е и F. Разработанные тест-системы эффективно выявляли как холотоксины, так и токсины в составе природных комплексов с гемагглютинаинами, не проявляя при этом перекрестной иммунохимической реактивности, специфически детектируя только соответствующий тип токсина. Содержание токсических комплексов определяли в МЛД – минимальных летальных дозах с помощью биологического теста на белых беспородных мышах. Пределы детекции предложенных тест-систем составили: для ботулинического токсина типа А - 0.4 нг/мл холотоксина или 20 МЛД/мл, для токсина типа В – 0.5 нг/мл или 14 МЛД/мл, для токсина типа Е – 0.1 нг/мл или 3 МЛД/мл, для BoNT/F – 2.4 нг/мл или 10 МЛД/мл.

Известно, что ботулотоксины накапливаются в пищевых продуктах, инфицированных спорами *C. botulinum*, при их прорастании, если созданы анаэробные условия, чаще всего при домашнем консервировании. Мы показали возможность использования разработанных тест-систем для



выявления токсинов типов А, В, Е, F в пищевых консервированных продуктах, которые выбирали с учетом статистических данных заражения определенным типом токсина. С этой целью в навески продуктов, приготовленных в заводских условиях, вносили известные количества ботулинических токсинов, тщательно перемешивали, инкубировали и экстрагировали. Экстракты анализировали с использованием разработанных «сэндвич»-ИФА. Эффективность выявления ботулинических токсинов зависела от типа пищевого продукта, но ни в одном из случаев не составила менее 50%. Таким образом, разработанный экспресс-метод детекции токсинов в формате «сэндвич»-ИФА пригоден для определения ботулинических токсинов в пищевых продуктах.

**И.В. Савинова, О.М. Плотникова**

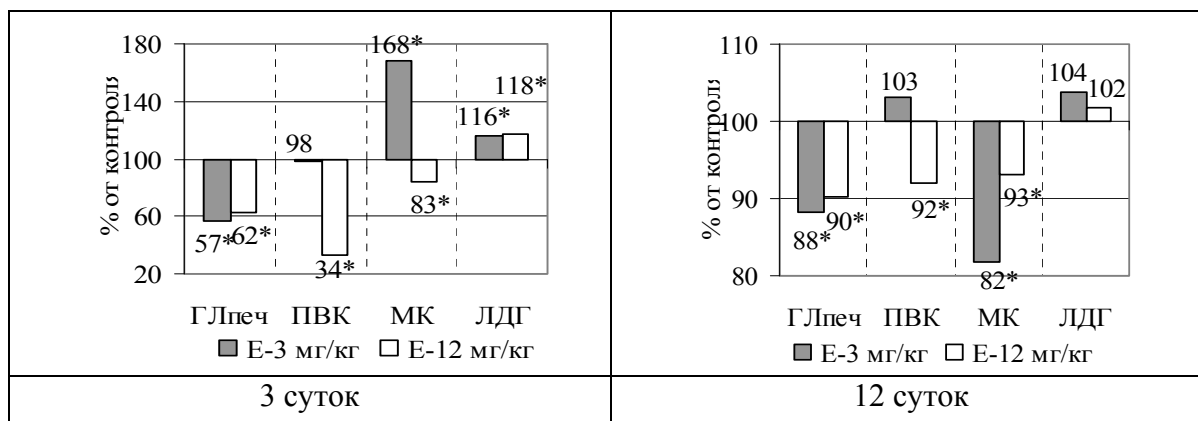
Региональный центр по обеспечению государственного экологического контроля и мониторинга объектов по хранению и уничтожению химического оружия по Курганской области, г. Курган

### **ПОКАЗАТЕЛИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА В ДОЛГОСРОЧНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ ПОСЛЕ ВВЕДЕНИЯ МЕТИЛФОСФОНАТА ЛАБОРАТОРНЫМ МЫШАМ**

В связи с возрастающим загрязнением окружающей среды специфическими поллютантами актуальным является изучение их влияния на биохимические показатели теплокровных организмов.

В данной работе представлены результаты изучения в течение 30 дней содержания гликогена в печени, пирувата (ПВК), лактата (МК) и активности лактатдегидрогеназы (ЛДГ) в сыворотке крови самок лабораторных мышей после подкожного введения различных доз МФК.

После однократного введения самкам мышей МФК в высокой ( $10^{-3}$  мг/кг) и низкой ( $10^{-12}$  мг/кг) дозах было обнаружено, что уровень гликогена в печени к концу 3-х суток уменьшался на 38-43%, к концу 12 суток – на 10-12% (рисунок). После введения МФК в низкой дозе ( $10^{-12}$  мг/кг) содержание ПВК и МК как через трое, так и через 12 суток было ниже контрольных значений, что указывает на перераспределение анаэробных и аэробных процессов в сторону преобладания анаэробных под влиянием МФК. Содержание гликогена в печени, ПВК, МК и активность ЛДГ в сыворотке крови у самок возвращались к нормальным значениям через 18 суток после введения различных доз МФК.



Изменение содержания гликогена печени (ГЛпеч), ПВК, МК, активности ЛДГ в сыворотке крови у самок после введения МФК в дозах  $10^{-3}$  мг/кг и  $10^{-12}$  мг/кг  
Примечание. Значения отличий в % указаны при статистически значимых различиях  $p < 0,05$ .

Таким образом, МФК в высоких и низких дозах влияет на содержание метаболитов энергетического обмена у мелких грызунов.

**С.Ф. Свищевский, С.Л. Лейнова, В.В. Понарядов, Г.А. Соколик**

Белорусский государственный университет, г. Минск

## ТОКСИЧНОСТЬ И СОСТАВ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ, ОБРАЗУЮЩЕЙСЯ ПРИ ГОРЕНИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

В современных условиях, когда развитие промышленного производства сопровождается внедрением новых технологий, происходит постоянное усиление техногенного воздействия на окружающую среду. Все более важной и сложной становится проблема промышленных отходов, огромные мусорные свалки стали характерным признаком городских окраин – их случайное возгорание может быть причиной попадания в атмосферу городов и прилегающих территорий различных токсичных веществ. Утилизация, уничтожение, переработка отходов производства с использованием высокотемпературных воздействий также могут оказывать негативное воздействие на окружающую среду.

При горении веществ и материалов происходят процессы термоокислительной деструкции и пиролиза. В результате этих процессов могут выделяться различные химические вещества, которые способны оказывать негативное воздействие не только на окружающую среду, но и на здоровье человека. При оценке экологического риска, обусловленного термическим разложением отходов производства, необходимо иметь данные о составе газовой смеси, образующейся при горении, что позволит получить информацию о том, какие газы поступают в атмосферу, а полученные

одновременно данные о токсичности этой смеси дадут возможность оценить их комбинированное токсическое воздействие на живые организмы.

На территории Беларуси токсичность продуктов горения определяется биологическим методом в соответствии с ГОСТ 12.1.044-89 [1] и оценивается по значению показателя токсичности ( $HCL_{50}$ ). Все испытания в соответствии с требованиями этого документа проводятся в режиме максимальной токсичности. Проведенные предварительные исследования показали, что для всех проанализированных видов промышленных отходов такой режим наблюдался при температуре 500-600°C.

Определение степени опасности и класса опасности отходов производства проводится в соответствии с Постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, Министерства здравоохранения и Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 17 января 2008 г. №3/13/2: отходы считаются неопасными при  $HCL_{50} > 120 \text{ г/м}^3$ , умеренноопасными (4-й класс опасности) – при  $40 \text{ г/м}^3 < HCL_{50} < 120 \text{ г/м}^3$ , высокоопасными (3-й класс опасности) – при  $13 \text{ г/м}^3 < HCL_{50} < 40 \text{ г/м}^3$ , чрезвычайно опасными (2-й класс опасности) – при  $HCL_{50} < 13 \text{ г/м}^3$ .

Данные о составе и токсичности продуктов горения, полученные одновременно при изучении свойств газовой фазы, образующейся при термическом разложении материалов, в литературе отсутствуют (либо недоступны). Для получения необходимых сведений была использована специальная установка, позволяющая одновременно определять токсичность продуктов горения биологическим методом, и анализировать их состав. В газовой смеси контролировалось содержание CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, HCN, HCl, HBr, HF, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, акролеина и формальдегида, т.к. именно эти газы в соответствии с положениями, представленными в международном стандарте [2], являются наиболее значимыми при воздействии продуктов горения на живые организмы. Состав газовой смеси анализировался по разработанной авторами методике определения состава газовой фазы, образующейся при горении веществ и материалов [3].

Исследовались отходы, представленные фабриками по изготовлению бумаги, мебели, обуви, заводами по производству приборов и технологического оборудования, строительных материалов, а также ремонтными, транспортными, топливными и энергетическими предприятиями. Среди исследованных материалов были отходы деревообработки, текстиля, полиуретана, пенополиуретана, полиамида, полиэтилена, полипропилена, вышедшие из употребления изделия из полистирола, макулатура.

Анализ полученных данных показал, что на сегодняшний день около 50 % промышленных отходов по токсичности продуктов горения относится к высокоопасным (3-й класс опасности), что необходимо учитывать при выборе режимов их утилизации и уничтожения, схем

переработки или условий захоронения отходов производства действующих предприятий.

3-й класс опасности характерен для большинства материалов, содержащих поликарбонат, полиэтилен, полистирол, полипропилен, полиуретан и полиамид. Для данных видов отходов были зарегистрированы наибольшие удельные выходы всех проанализированных токсичных газов: для CO – 550 мг/г, NO, формальдегида, HCl, HBr – 10 мг/г, NO<sub>2</sub>, акролеина – 2,0 мг/г, SO<sub>2</sub> – 1 мг/г, HF – 0,1 мг/г.

Таким образом, в газовой смеси, помимо оксида углерода, среди продуктов горения присутствовали оксиды азота, акролеин и формальдегид. Наличие оксида серы и галогенводородов было выявлено не для всех исследованных групп отходов. Наличие цианистого водорода было зарегистрировано в ничтожно малых количествах (на пределе обнаружения) для многих промышленных отходов, содержащих полиуретан, пенополиуретан, полиамид, отходы деревообработки. Результаты исследования состава газовой фазы, образующейся при горении отходов производства, согласуются с данными по составу газовой фазы, образующейся при термическом разложении строительных и отделочных материалов с аналогичной основой [4].

На основании результатов исследования разработан метод, позволяющий одновременно определять состав газовой фазы, образующейся при термическом разложении материалов, и по полученным данным, с помощью созданной расчетной модели, оценивать значение показателя токсичности продуктов горения HCL<sub>50</sub>. Метод предназначен для изучения опасности материалов, в том числе, отходов производства, содержащих в своем составе целлюлозу, поликарбонаты, полиэтилен, полистирол, полипропилен, поливинилацетат, полиуретан, полиамид, полиамидные и эпоксидные смолы.

Разработанный расчетно-экспериментальный метод позволяет оценивать значение HCL<sub>50</sub> и устанавливать степень опасности отходов производства за существенно меньшие сроки (2-3 дня), чем биологический метод (2-3 недели), и наряду с этим предоставлять информацию о токсичных газах, присутствующих в газовой смеси, образующейся при термическом разложении, всем заинтересованным сторонам.

Разработанный на территории Беларуси расчетно-экспериментальный метод оценки токсичности продуктов горения позволяет оперативно получать и использовать данные об их составе и токсичности при решении вопросов экологической и пожарной безопасности, обусловленной воздействием на окружающую среду промышленных отходов различных предприятий.

## Литература

1. ГОСТ 12.1.044-89. Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. М.: Министерство внутренних дел СССР, 1989. 156 с.
2. ISO 13344:1996. Determination of the lethal toxic potency of fire effluents. – Geneva: ISO, 1996. 12 p.
3. Разработка расчетно-экспериментального метода определения токсичности продуктов горения. Определение состава газовой смеси. / Г.А. Соколик, С.Л. Лейнова, А.А. Савицкий, С.Я. Рубинчик, С.Ф. Свирщевский, Д.И. Клевченя, Т.Г. Иванова // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация: сб. докл. IV Междунар. науч.-техн. конф. Минск, 2007. С. 309-317.
4. Состав и токсичность газовой фазы, образующейся при термическом разложении материалов, изготовленных на различной основе. / Г.А. Соколик, С.Л. Лейнова, С.Ф. Свирщевский, С.Я. Рубинчик, Д.И. Клевченя, Т.Г. Иванова // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. 2009. №2 (26). С. 447-454.

**А.В. Селезнева**

Институт экологии Волжского Бассейна РАН, г. Тольятти

### **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ИСТОЧНИКА ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ г. САРАТОВА**

Волгоградское водохранилище является источником питьевого водоснабжения г. Саратова, поэтому обеспечение населения качественной питьевой водой во многом зависит от его экологического состояния.

Особую тревогу на Волгоградском водохранилище вызывает массовое развитие сине-зеленых водорослей или цианобактерий, вызванное чрезмерным привнесением биогенных веществ в условиях замедленного водного обмена. Важно отметить, что некоторые виды бактерий, например, микроцистис, являются токсичными. «Цветение» воды значительно ухудшает её качество, снижает рекреационный и рыбохозяйственный потенциал водохранилища.

Существуют механические, химические и биологические методы борьбы с «цветением» воды [3], однако все они ограничены во времени и пространстве и малоэффективны в условиях крупных водохранилищ Волги. Более того, перечисленные методы направлены на борьбу с последствиями антропогенного эвтрофирования водоемов, а не на причины, его вызывающие. Совершенно очевидно, необходима разработка долгосрочных превентивных методов борьбы с «цветением» воды.

Одной из основных причин нарушения нормального функционирования водных экосистем является несовершенство системы нормирования биогенной нагрузки. В настоящее время в качестве критериев

нормирования используются одинаковые для всей страны предельно допустимых концентраций (ПДК), которые зависят только от вида водопользования и не учитывают природно-климатических особенностей конкретных водных объектов и их экологического состояния. В результате устанавливаются ошибочные приоритеты регулирования биогенной нагрузкой для веществ, формирующихся под действием природных и антропогенных факторов (вещества двойного генезиса).

Для решения данной проблемы автор предлагают вместо единых ПДК, установленных на основе лабораторных экспериментов в искусственных водных экосистемах, использовать бассейновые предельно допустимые концентрации (БПДК), полученные по данным мониторинга водных объектов и учитывающие природные особенности формирования качества вод на конкретной территории водосбора. Целесообразность подобной замены обусловлена тем, что негативное влияние биогенных веществ, в частности нитратов и фосфатов, на экологическое состояние и качество вод начинает сказываться при более низких концентрациях, чем рыбохозяйственные ПДК [1].

Для расчета БПДК авторы [2] предлагают следующую формулу:

$$\text{БПДК}_i = C_{\text{БПДК}_i} = (\check{C}_i + \sigma_i \cdot t_{st} / n^{1/2}) - \Delta\check{C}_i, \quad (1)$$

где  $\check{C}_i$  – средняя концентрация вещества в фоновом створе;  $t_{st}$  – коэффициент Стьюдента;  $n$  – число данных;  $\sigma_i$  – среднеквадратичное отклонение,  $\Delta\check{C}_i$  – антропогенная составляющая концентрации вещества, которая определяется по формуле:

$$\Delta\check{C}_i = C_{\text{СВ}_i} / Q, \quad (2)$$

где  $C_{\text{СВ}_i}$  – средняя концентрация сточных вод в бассейне;  $Q$  – годовой сток водохранилища.

$\text{БПДК}_i$  является количественной характеристикой содержания  $i$ -го веществ в воде водного объекта при наиболее неблагоприятных ситуациях, обусловленных естественными факторами формирования качества вод водохранилища.

Концепция  $\text{БПДК}_i$  основывается на том, что в каждом отдельно взятом бассейне формируется особенный химический состав воды, свойственный только для данной водосборной территории и зависящий от климата, рельефа, горных пород, почв, лесистости и т.д.

Применение БПДК направлено на сохранение благоприятной среды обитания гидробионтов и недопустимости нарушения экологического состояния водных объектов. Антропогенное воздействие не должно приводить к ухудшению качества вод на величину, превышающую естественное состояние водного объекта.

Совершенно очевидно, что для восстановления экологического состояния водохранилища необходимо уменьшить биогенную нагрузку на Волгоградское водохранилище, что позволит ограничить массовое развитие водорослей и уменьшить негативные последствия, связанные с ухудшением качества воды.

## Литература

1. Мосияш С.С., Котляр С.Г., Мосияш С.А. Экосистемный подход к определению предельно допустимой концентрации минеральных форм азота в мезотрофном водоеме // Экологические проблемы крупных рек -3: тез. докл. Междунар. конф. Тольятти, 2003. С 146.
2. Селезнева А.В. Экологическое нормирование антропогенной нагрузки на водные объекты. Самара, 2007. 107 с.
3. «Цветение» воды. Киев: Наукова Думка, 1968. 384 с.

**О.К. Смирнова**

Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРОДА, РАСПОЛОЖЕННОГО НА ТЕРРИТОРИИ ЗАКОНСЕРВИРОВАННОГО ГОРНОРУДНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Своеобразие влияния горнодобывающих и обогащательных предприятий цветной металлургии на окружающую среду связано с комплексным составом руд эксплуатируемых месторождений, в которых большинство главных и сопутствующих потенциально-токсичных компонентов представлено сульфидами. Окисление сульфидов под воздействием атмосферной влаги приводит к подкислению фильтрата в хвостохранилищах, трансформации минеральных форм элементов, образованию подвижных их соединений, продолжающих поступать в почвы, воды, воздух, растительность и после консервации производства.

Джидинский вольфрамо-молибденовый комбинат (Западное Забайкалье) перерабатывал молибденитовые и сульфидно-гюбнеритовые руды месторождений Джидинского рудного поля более 60 лет. В 1997 г. производство было законсервировано. На площади, прилегающей к бывшим обогащательным фабрикам и г. Закаменску, для которого Джидинский комбинат был градообразующим предприятием, складированы отходы обогащательного производства общей массой около 40 млн.т. Комплексными эколого-геохимическими исследованиями 2003-2006 гг. территории г. Закаменска установлено, что они являются основными загрязнителями окружающей среды [1]. Содержание химических элементов 1-го и 2-го классов опасности (Pb, Cd, As, Cu, Zn, W, Mo, F) в хвостах намного превышает ПДК для почв [2]. На сухой поверхности хвостохранилищ практически отсутствует почвенно-растительный слой. Литологические и физико-механические свойства слагающих их техногенных песков способствуют интенсивному рассеянию, в первую очередь, тонких и мелких их фракций. Основными

процессами при этом являются ветровой разнос, плоскостной смыв и линейная эрозия. В результате ветрового разноса создаются высокие концентрации пылевой фракции в приземном слое атмосферы на территории города, расположенного в межгорной котловине. О загрязнении воздуха материалом техногенных песков свидетельствуют данные опробования снегового покрова. Ореол повышенной общей минерализации снеговых вод (12-160 мг/л) совпадает с ореолом загрязнения почв. В снеговой воде присутствует сульфат-ион, Pb, Cu, Mo, Zn, Ag, Li [3].

Сравнение суммарного показателя загрязнения рыхлого покрова территории с результатами эколого-геохимической съемки 1991-1992 гг. показало, что техногенная нагрузка на почвы в местах проживания людей и на сельскохозяйственных площадях после закрытия комбината не только сохранилась, но и значительно увеличилась. Расширились площади сильного, очень сильного и максимального загрязнения рыхлых отложений. Южная часть города, непосредственно граничащая с насыпным хвостохранилищем, целиком находится в чрезвычайной экологической ситуации. Если в 1992 г. в левобережной части города загрязнение практически не отмечалось, то в 2006 г. все левобережье попадает в зону слабого загрязнения, а левая низкая терраса р. Мондокуль – в зону среднего загрязнения почв. По данным наблюдений 2006-2009 гг. установлена тенденция увеличения содержания подвижных форм Cu, Zn и Pb при уменьшении валового содержания этих металлов в лежалых отходах обогащения руд [4]. Следовательно, условия, существующие на поверхности хвостохранилищ в настоящее время, способствуют формированию легкорастворимых соединений этих металлов и выносу их в окружающие ландшафты.

Вода реки Модонкуль, протекающей через город, на фоновом створе, расположенном выше стока в нее рудничных вод, имеет гидрокарбонатно-кальциево-магниевый состав, общую минерализацию 0,1-0,2 г/л, нейтральную реакцию. На контрольном створе в пределах г. Закаменска после слива в нее рудничных вод она приобретает кислую реакцию (рН 3,2–5,8), содержит повышенные количества сульфат-иона и тяжелых металлов, превышающие ПДК для питьевых водоемов [5]. В питьевых водах г. Закаменска по сравнению с контрольными населенными пунктами отмечается повышенное содержание ряда тяжелых металлов (Cu, Zn, Cr, Mo). Содержание общего железа в ряде объектов питьевого водопользования (колодцы, скважины в районах частных домов, дачного кооператива) превышает ПДК для питьевых вод. В этих же скважинах повышено содержание свинца (в 1,8 – 2,4 раза выше ПДК).

В картофеле и капусте, выращиваемых населением в дачном поселке, расположенном на техногенных песках, высоко содержание молибдена, а также меди, цинка, хрома. Растения на территории г.



Закаменска накапливают элементы руд в количествах, прямо коррелирующих с содержаниями подвижных форм этих элементов в загрязненных почвах, создаются предпосылки для накопления токсичных элементов в пищевых цепях.

Специалистами НИИ Биофизики (г. Ангарск) проведены исследования здоровья детей (0-14 лет) и подростков (15-16 лет) г. Закаменска. Установлено, что ведущими путями поступления элементов-загрязнителей в организм детей и подростков являются пероральный (с пищевыми продуктами и овощами местного происхождения) и ингаляционный (вдыхание пыли с хвостохранилищ). Влияние окружающей среды на здоровье детей и подростков проявляется в виде изменения уровней общей заболеваемости, заболеваний органов дыхания, костно-мышечной и эндокринной систем, показателей физического развития. Неблагоприятный эффект воздействия развивается как следствие нарушения адаптационных реакций и более выражен у школьников по сравнению с дошкольниками. На территории сильного и очень сильного загрязнения почв заболеваемость детей болезнями органов дыхания, костно-мышечной и эндокринной системы значимо выше, чем на относительно чистой территории.

Удельный вес злокачественных новообразований в структуре общей смертности жителей г. Закаменска в период 1996-2004 гг. постоянно возрастал. Причем, по свидетельству главного врача профилактория г. Закаменска, в поселках района такой тенденции не отмечалось. За этот период возросла смертность лиц активного трудоспособного возраста, а также младенческая смертность. Отмечался рост показателей смертности населения от сердечно-сосудистой патологии и болезней органов дыхания.

По данным многочисленных исследований, заболевания сердечно-сосудистой системы, онкологические патологии, желудочно-кишечные заболевания, анемии напрямую связаны с загрязнением окружающей среды, с избытком или дефицитом таких элементов, как молибден, медь, хром, цинк и некоторых других [6, 7 и др.]. По нашему мнению, вышеописанные особенности состояния здоровья жителей г. Закаменска обусловлены повышенным содержанием в почвах, воздухе и воде тяжелых металлов, возникшем в результате длительно существовавшего здесь горнодобывающего и обогатительного производства. После консервации предприятия миграция этих элементов в окружающую среду продолжается и усиливается,

*Работа выполнена при поддержке комплексного интеграционного проекта СО РАН № 122.*

## Литература

1. Смирнова О.К., Ходанович П.Ю. Экологические проблемы Джидинского горнорудного района // Проблемы геологической и минерагенической корреляции в

сопредельных территориях России, Китая и Монголии: тр. VI Междунар. симпозиума и Чтений памяти акад. С.С.Смирнова, Чита, 11-15 октября 2005 г. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2005. С. 34-38.

2. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых количеств (ОДК) химических веществ в почве № 6229-91.

3. Бурятия: природные ресурсы / Шагжиев К.Ш., Ральдин Б.Б., Раднаев Б.Л. и др. Улан-Удэ: Изд-во Бурят. гос. ун-та, 1997. 280 с.

4. Смирнова О.К., Дампилова Б.В. Динамика форм нахождения свинца, цинка, меди и их биодоступность в лежалых хвостах обогащения сульфидно-вольфрамовых руд // Минералогия и геохимия ландшафта горнорудных территорий. Современное минералообразование. Чита, 2010. С. 58-62.

5. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03. М.: СТК «Аякс», 2004. 154 с.

6. Покатилов Ю.Г. Биогеохимия биосферы и медико-экологические проблемы. – Новосибирск: Наука, 1993. 168 с.

7. Протасова Н.А. Микроэлементы: биологическая роль, распределение в почвах, влияние на распространение заболеваний человека и животных // Соросовский образовательный журнал. Биология. 1998. №12. С. 32-38.

### **А.Д. Субботина, В.А. Селезнев**

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

## **ТЕХНОГЕННАЯ НАГРУЗКА НА Р. САМАРУ И САКМАРУ**

Ресурсы малых рек активно используются для коммунально-бытового водопотребления. В настоящее время состояние малых рек в результате резко возросшей антропогенной нагрузки на них оценивается как катастрофическое.

Для расчета и анализа пространственной неоднородности антропогенной нагрузки выбраны 2 реки: р. Самара и Сакмара, которые являются притоками I порядка р. Волги и р. Урала соответственно. Длина р. Самары составляет 537 км, площадь водосбора – 30,1 тыс. км<sup>2</sup>. Длина р. Сакмары – 798 км, площадь водосбора – 31,2 тыс. км<sup>2</sup>.

Расчет позволяет количественно оценивать и сравнивать между собой антропогенную нагрузку от точечных источников загрязнения на реки, расположенные в бассейнах различных рек [1].

### **Водный сток р. Самары и р. Сакмары**

река	$S_1$ , км <sup>2</sup>	$Q_1$ , м <sup>3</sup> /с	$M$ , л/с·км <sup>2</sup>	$W_1$ , млн. м <sup>3</sup>	$S_2$ , км <sup>2</sup>	$Q_2$ , м <sup>3</sup> /с	$W_2$ , млн. м <sup>3</sup>	$S$ , км <sup>2</sup>	$W$ , млн. м <sup>3</sup>
Самара	22800	45,9	2,01	1450	7300	14,7	463	30100	1913
Сакмара	29600	110	3,71	3470	1630	6,0	191	31230	3661

Примечание:  $S_1$  – площадь водосбора на посту;  $Q_1$  – средний годовой расход на посту;  $M$  – средний годовой модуль стока;  $W_1$  – средний годовой объем стока на посту;  $S_2$  – площадь водосбора между постом и замыкающим створом;  $Q_2$  – средний годовой расход на площади  $S_2$ ;  $W_2$  – средний годовой объем стока на площади  $S_2$ ;  $S$  – площадь водосбора реки;  $W$  – водный сток реки

Для расчета водного стока рек из-за отсутствия данных гидрологических наблюдений в замыкающих створах использовались расходы, модули стока и объемы стока на постах р. Самара – с. Елшанка и р. Сакмара – с. Каргала [2].

Антропогенная нагрузка сточными водами ( $\tilde{A}$ ) – это величина, характеризующая отношение объема сточных вод, сбрасываемых в водосборный бассейн, к водному стоку реки. Нагрузка рассчитывается по формуле

$$\tilde{A} = 100 \cdot \sum_{j=1}^n \frac{q_j}{Q}, \quad (1)$$

где  $\tilde{A}$  – нагрузка сточными водами (%);  $q_j$  – объем сточных вод, сбрасываемых в водосборный бассейн  $j$ -м источником ( $\text{км}^3/\text{год}$ ), где  $j = 1, 2 \dots n$  – номера точечных источников;  $Q$  – водный сток реки ( $\text{км}^3/\text{год}$ ). Объемы сточных вод, поступающих в бассейны рек, сведения Государственного водного реестра [3].

Имея сведения о массе веществ, содержащихся в сточных водах, можно рассчитать составляющую антропогенной нагрузки по загрязняющим веществам. Тогда нагрузка определяется как отношение массы загрязняющих веществ в составе сточных вод к водному стоку реки.

$$\hat{A}_i = \sum_{j=1}^n \frac{m_{ji}}{Q}. \quad (2)$$

где  $\hat{A}_i$  – нагрузка  $i$ -м загрязняющим веществом ( $\text{т}/\text{км}^3$ );  $m_{ji}$  – масса  $i$ -го загрязняющего вещества в составе сточной воды  $j$ -го источника ( $\text{т}/\text{год}$ ), где  $i = 1, 2 \dots p$  – определенные загрязняющие вещества в сточных водах. Массы загрязняющих веществ, поступающих со сточными водами в бассейны рек, получены из сведений Государственного водного реестра [3].

Для оценки антропогенной нагрузки по всему спектру загрязняющих веществ используется суммарная нагрузка загрязняющими веществами:

$$\hat{A} = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n \frac{m_{ji}}{Q}, \quad (3)$$

Для количественной оценки и сравнения между собой антропогенной нагрузки от точечных источников загрязнения на различные реки предлагается использовать нормированную нагрузку отдельными загрязняющими веществами:

$$\ddot{A}_i = \frac{\hat{A}_i}{C_{\text{фон } i}}, \quad (4)$$

где  $\ddot{A}_i$  – нормированная нагрузка  $i$ -м загрязняющим веществом (безразмерная величина);  $C_{\text{фон } i}$  – фоновая концентрация  $i$ -го вещества.

Суммарная нормированная нагрузка загрязняющими веществами представляется в следующем виде:

$$\ddot{A} = \sum_{i=1}^p \ddot{A}_i, \quad (5)$$

Проведенный сравнительный анализ показывает, что большую антропогенную нагрузку испытывает р. Самара. Нагрузка сточными

водами ( $\tilde{A}$ ) на р. Самаре больше, чем на р. Сакмаре, в 17 раз. Суммарная нагрузка загрязняющими веществами ( $\tilde{A}$ ) больше почти в 53 раз, а суммарная нормированная нагрузка ( $\tilde{A}$ ) – в 9 раз. Самара наиболее загрязнена нитратами (нормированная нагрузка  $281,49 \cdot 10^3$ ), нитритами ( $83,40 \cdot 10^3$ ) и хлоридами ( $69,19 \cdot 10^3$ ).

## Литература

1. Селезнева А.В. От мониторинга к нормированию антропогенной нагрузки на водные объекты. Самара: Изд-во СамНЦ РАН. 2007. 105 с.
2. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Ч.1. Реки и каналы. Т.1. РСФСР. Вып. 24. Бассейны рек Волги (среднее и нижнее течение) и Урала. Л.: Гидрометеиздат, 1985.
3. Государственный водный реестр. Данные 2-ТП (водхоз) за 2008г. Нижне-Волжское БВУ, 2009.

**А.Х. Султанова, З.А. Забродина**

Саратовский государственный технический университет

### **ИЗМЕНЕНИЕ АКТИВНОСТИ ПЕРОКСИДАЗЫ У *BETULA PENDULA* В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ**

Наиболее часто при изучении устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды учитывается активность антиоксидантных ферментов. При негативных воздействиях в клетках растений усиливается образование активных форм кислорода, что в итоге может привести к окислительному стрессу. В последние годы образование и быструю диффузию через мембраны перекиси водорода рассматривают как проявление сигнальной функции, а именно как вторичный мессенджер при трансдукции стрессорного сигнала, включающего индукцию синтеза ферментов-антиоксидантов [1].

Целью нашей работы являлось определение активности антиоксидантного фермента пероксидазы в тканях древесных растений в условиях урбанизированной среды.

В качестве объекта исследования была выбрана береза повислая (*Betula pendula*), так как этот вид широко используется в озеленении г.Саратова. Пробы листьев отбирали по окружности кроны на высоте 1,5 м подекадно с начала мая до конца сентября.

Общую активность пероксидазы (КФ 1.11.1.7) измеряли по увеличению оптической плотности при 670 нм в реакционной смеси, состоящей из К-Na-фосфатного буфера, бензидина,  $H_2O_2$  и гомогената. Активность фермента определяли при 25°C сразу после выделения [2].

Пероксидаза – самая распространенная у растений терминальная оксидаза. Этот фермент довольно чувствителен к комплексу загрязняющих

атмосферу веществ, и возрастание ее активности может свидетельствовать о проявлении защитных реакций тканей в неблагоприятных условиях. Возрастание функциональной активности фермента до 200% от контроля может означать возможность обратимости физиолого-биохимических нарушений, а более 200 % – необратимость их и возможность некрозообразования.

Таким образом, активация пероксидазы у растений хотя и является неспецифичной, может характеризовать наличие в воздухе загрязнителей в достаточно широком диапазоне концентраций и позволяет по степени активации фермента выделить зоны с различным уровнем загрязнения.

Из таблицы видно, что самый высокий показатель относительной активности пероксидазы в мае зафиксирован на участке № IV. В данном районе деревья произрастают, с одной стороны, в зоне влияния ООО «Жировой комбинат», с другой стороны, в зоне крупной городской магистрали, которая характеризуется большим скоплением автотранспорта в течение дня, постоянно образующимися «пробками». Соответственно, образующиеся в данном районе вредные газы вызывают активацию фермента. Повышенная активность пероксидазы отмечалась также в листьях березы, собранных на участке № I. В этом районе растения испытывают негативные воздействия как со стороны автомобильного транспорта, так и под влиянием завода «Техстекло». В месте пересечения улиц Соколова и Астраханская значение относительной активности пероксидазы также находится на высоком уровне. Этот участок характеризуется как один из мощнейших транспортных узлов Кировского района, где отмечается постоянное скопление автотранспорта.

Изменение относительной активности пероксидазы в мае и в сентябре  
в листьях березы повислой

Исследуемые участки		Относительная активность пероксидазы, отн.ед. в мае	Относительная активность пероксидазы, отн.ед. в сентябре
I	пр.Строителей / I проезд Строителей	20,66±0,05	1,68±0,01
II	ул.Рахова / 2-я Садовая	6,66±0,27	17,56±0,27
III	ул.Шелковичная	4,87±0,06	0,61±0,1
IV	2-й Красноармейский тупик / пр. 50 лет Октября	29,25±0,42	1,42±0,01
V	ул. Соколова / ул.Астраханская	23,6±0,101	33,72±0,03
VI	ул.Танкистов	16,07±0,12	46,23±0,03
VII	ул.Б.Садовая / ул.Рабочая	11,67±0,03	1±0,09
VIII	ЛПЗ «Кумысная поляна»	0,32±0,04	0,05±0,02
IX	ул.Антонова / ул.Лебедева – Кумача	6,67±0,08	0,48±0,17
X	ул. Хомякова / ул.Азина	0,26±0,14	0,14±0,05
XI	ул.Тульская	0,81±0,11	11,77±0,03
XII	ул.Тепличная / ул.Комсомольская	0,86±0,07	3,44±0,01

На остальных исследуемых участках активность пероксидазы варьировала от 16,06 до 4,87, что свидетельствует о существующем воздействии на растения как выхлопных газов автомобилей, так и выбросов предприятий, расположенных на исследуемых территориях.

Самый низкий показатель относительной активности пероксидазы был получен в листьях березы повислой, произрастающей на территории ЛПЗ «Кумысная поляна», что можно объяснить отсутствием скопления автомобилей и удаленностью от загрязненных центральных районов города.

Значения, полученные в ходе эксперимента, проведенного в сентябре, частично отличаются от значений майского эксперимента.

Самые высокие показатели относительной активности пероксидазы в сентябре наблюдаются на двух участках – на пересечении улиц Соколова и Астраханская и улице Танкистов. Значение этого показателя составляет 33,72 и 46,23 соответственно, что в среднем в 2 раза превышает значения, полученные в этих же районах в мае. Эти участки являются транспортными узлами Кировского района, характеризующиеся постоянными автомобильными «пробками» и мощным транспортным потоком в течение всего дня. Скорее всего, повышенное количество выхлопных газов в воздухе стимулирует увеличение концентрации свободных форм фермента, что и приводит к повышению активности пероксидазы. Как известно, активация оксидаз у растений в экстремальных условиях является защитной реакцией клетки на повреждение ее биомембран.

Самый низкий показатель относительной активности пероксидазы, так же как и в эксперименте, проведенном в мае, зафиксирован в районе ЛПЗ «Кумысная поляна».

Проведенный в сентябре эксперимент подтвердил результаты, полученные в мае, для участков № V и VIII. Как видно из таблицы, высокая активность пероксидазы и в мае, и в сентябре отмечается только в листьях березы, произрастающей на участке № V. Данный участок по результатам, полученным ранее с помощью метода флуктуирующей асимметрии, относится к району с критическим состоянием окружающей среды. Соответственно, два независимых метода подтвердили полученные результаты.

Аналогичная картина, но с противоположным значением отмечается в ЛПЗ «Кумысная поляна» (участок № VIII). На данном участке активность пероксидазы листьев березы и в мае, и в сентябре была минимальной. Этот участок характеризуется как условно чистая территория. Таким образом, можно сказать, что результаты двух независимых методов подтвердили принадлежность ЛПЗ «Кумысная поляна» к экологически благополучному району.

## Литература

1. Духовский, П. Реакция растений на комплексное воздействие природных и антропогенных стрессов / П.Духовский, Р.Дкнис, А.Бразайтите, И.Жукаускайте // Физиология растений, 2003.Т.50..№2. С.165-170.
2. Калаев В.Н., Карпова С.С. Цитогенетический мониторинг: методы оценки загрязнения окружающей среды и состояния генетического аппарата организма. оронез, 2004. 90 с.

**Р.Н. Сунчалаев, С.А. Коннова, А.В. Шантроха**

Саратовский государственный университет им. Н.Г.Чернышевского

### **ИССЛЕДОВАНИЕ НА МОДЕЛИ БЕЛЫХ КРЫС СНИЖЕНИЯ СТРЕССОВОЙ НАГРУЗКИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ ОЛИГОПЕПТИДОВ**

Стресс давно перестал быть строго медицинским термином и проник в социальную сферу, равно как и другие сферы деятельности человека. Существует ряд профессий, в которых люди подвергаются определённого рода тяжелым нагрузкам и вредным воздействиям, способным вызывать как острые, так и хронические стрессорные эффекты, ведущие к преморбидным состояниям. В результате проявляются снижение работоспособности, переутомление и даже заболевания, возникающие на фоне стрессового воздействия, и, как следствие, падение эффективности трудовой деятельности человека. Избежать развития названных эффектов возможно путем модулирования психоэмоционального и когнитивного статусов человека. Модулирование данных статусов важно для решения широкого круга прикладных задач, в том числе медицинского характера. Представляется обоснованным применение для этой цели определенных медицинских препаратов – стресс-протекторов. Эти медикаменты, устраняющие последствия стресса, длительное время используются в медицинской практике. Вещества, обладающие превентивной стресс-протекторной активностью, не получили столь широкого распространения в связи с низкой активностью препаратов на их основе, а также с необходимостью их длительного приема в высоких терапевтических дозах.

Целью настоящего исследования явилось сравнительное изучение возможностей использования препаратов на основе олигопептидов в качестве превентивных стресс-протекторов.

Исследовали амиды дипептидов – L-пироглутаминглицинамид (pGlu-Gly<sub>a</sub>) и L-пироглутаминспарагинамид (pGlu-Asp<sub>a</sub>), имеющие сходство с пирацетамом, но обладающие более выраженным ноотропным эффектом, в концентрациях, установленных ранее [1, 2]. Веществами сравнения

являлись глицин, гаммааминомасляная кислота (ГАМК) и диазепам как представители традиционной терапии стресса.

Опыты проводили на 95 самцах белых беспородных крыс, массой 220-250 г, по 5 особей в группе. Стресс индуцировали парентеральным введением коразола в дозе 20 мг/кг. Оценку устранения последствий стресса проводили при помощи теста ПКЛ (приподнятый крестообразный лабиринт) [3]. Животным контрольной группы вводили 0,9% раствор хлорида натрия. Полученные данные представлены в таблице.

Результаты исследования стресс-протекторного действия в тесте ПКЛ

Показатели теста	Группа животных					
	Контроль	Глицин 20 мг/кг	ГАМК 200 мг/кг	pGlu-Gly <sub>a</sub> 5 мг/кг	pGlu-Asp <sub>a</sub> 1 мг/кг	Диазепам 2 мг/кг
Латентное время выхода из центра, с	1,6±0,2	2,0±0,2	2,3±0,2	2,8±0,1	3,2±0,3	6,1±0,3
Число переходов через центр	6,2±0,5	7,0±0,1	7,2±0,2	8,4±0,5	9,2±0,5	3,3±0,1
Число выходов в закрытые рукава	5,7±1,5	3,5±0,3	2,8±0,8	2,2±0,5	1,7±0,3	1,2±0,2
Число свешиваний из открытых рукавов	4,3±0,2	4,7±0,1	5,3±0,5	6,3±0,3	7,9±1,0	5,5±0,5

Сравнительная оценка показателей поведенческой активности, приведенных в таблице, свидетельствует о том, что pGlu-Gly<sub>a</sub> и pGlu-Asp<sub>a</sub> оказывают стресс-протекторный эффект с разной степенью выраженности. Это подтверждают изменения значений основных показателей уровня тревожности. Так, уровень тревожности (по показателю «число выходов в закрытые рукава») снижался в 1,2– 2,5 раза. Под воздействием пептидных препаратов происходит увеличение в 1,4-1,6 раза показателя числа переходов через центр. При этом не наблюдается транквилизирующий эффект, оцениваемый по уменьшению числа свешивания из открытых рукавов и увеличению латентного времени выхода, что может быть объяснено падением тревожности без угнетения деятельности ЦНС.

Большая активность исследуемых веществ может быть обусловлена их высоким (в отличие от ГАМК) проникновением через гематоэнцефалический барьер [4]. Кроме того, известно, что промежуточными метаболитами pGlu-Gly<sub>a</sub> являются глицин, а pGlu-Asp<sub>a</sub> – аспарагин, также обладающие нейропротекторной активностью. Данное обстоятельство позволяет говорить, что предложенные нами пептидные препараты могут иметь перспективу использования в качестве эффективной замены вышеуказанным «препаратам сравнения» как в профилактических, так и в терапевтических целях, причем в значительно меньших дозах.



Прием подобных препаратов позволит в несколько раз снизить риски, возникающие по вине «человеческого» фактора, повышая стрессоустойчивость и уменьшая общую тревожность человека.

### Литература

1. Пептидные аналоги пирацетама как лиганды предполагаемых ноотропных рецепторов / Т.А. Гудашева, Р.У. Островская, С.С. Трофимов, М.Ю. Косой, Г.М. Молодавкин, Ф.В. Иенкина, Ю.В. Буров, А.П. Сколдинов // ХФЖ. 1985. Т. 19. № 11. С. 1322-1329.
2. Топологические аналоги пирацетама на основе пролина и их ноотропная активность / Т.А. Гудашева, Р.У. Островская, Ф.В. Максимова, А.В. Чуппин, С.С. Трофимов, В.П. Лезина, Т.А. Воронина, А.П. Сколдинов // ХФЖ. 1989. Т. 23. № 3. С. 276-281.
3. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ / под общ. ред. чл.-корр. РАМН, проф. Р.У. Хабриева. 2-изд., перераб. и доп. М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2005. 832 с.
4. Ашмарин И.П. Сигнальные молекулы и социальное поведение (обзор) // Нейрохимия. 2001. Т. 18. Вып.4. С. 243-250.

**В.Д. Суржиков<sup>1</sup>, Д.В. Суржиков<sup>2</sup>, С.С. Ибрагимов<sup>1</sup>, Р.И. Новочихин<sup>1</sup>**

Кузбасская государственная педагогическая академия<sup>1</sup>,  
Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены  
и профессиональных заболеваний СО РАМН<sup>2</sup>, Новокузнецк

### **ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЗДОРОВЬЯ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ ИНДУСТРИАЛЬНО- ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА**

Неблагоприятное влияние деформированной окружающей среды на здоровье человека является одной из актуальных медико-экологических проблем. Загрязнение среды обитания человека приводит к напряжению защитно-приспособительных реакций организма, нередко выходящих за пределы компенсаторных возможностей человека и создающих определенные факторы риска развития многих заболеваний.

Проведенная гигиеническая характеристика загрязнения атмосферного воздуха показала, что г. Новокузнецк в течение, как минимум, 40 лет входит в приоритетный список городов с высокими уровнями загрязнения воздуха.

Сосредоточение большого количества промышленных предприятий со значительными выбросами в атмосферу на ограниченной территории, остаточное финансирование природоохранной деятельности, использование устаревших технологий, низкая эффективность очистных

сооружений в сочетании с природно-климатическими условиями с частой повторяемостью погод, при которых имеют место штили, слабые ветры и инверсии, способствуют тому, что в течение многих лет атмосферный воздух города в значительной мере загрязнен пылью, сернистым ангидридом, окисью углерода, сажей, сероводородом, двуокисью азота, фенолом, фтористым водородом.

Усугубляющим степень атмосферного загрязнения фактором является неблагоприятная градостроительная ситуация. В силу особенностей рельефа, расположения в котловине, город застраивался и развивался отдельными площадками. Жилые районы находятся между промплощадками отдельных крупных производств. По данным стационарных исследований максимально разовые и среднесуточные концентрации неспецифических и специфических загрязнений атмосферы в жилых районах превышают их ПДК.

Проведенное изучение загрязнения атмосферного воздуха позволило районировать территорию города по характеру и степени загрязнения. Статистический анализ позволил установить, что «загрязненные» и «контрольные» районы корректно ( $P < 0,01-0,05$ ) отличаются друг от друга как по уровням загрязнения атмосферы отдельными ингредиентами, так и по комплексному показателю. Оценка степени загрязнения воздуха районов по комплексному показателю показала, что наиболее загрязнен Кузнецкий район города, менее – Центральный, Куйбышевский, Заводской и условно чистые Орджоникидзевский район – а также вновь формирующийся Новоильинский район.

Сложившиеся на протяжении последних десятилетий условия загрязнения атмосферного воздуха не могли не сказаться на состоянии здоровья населения города. Проведенные исследования показали, что заболеваемость детского населения существенно связана с уровнем загрязнения атмосферного воздуха. Влияние этого фактора отмечено во всех возрастных группах как у мальчиков, так и у девочек. В наиболее загрязненном районе превышение заболеваемости по классу болезней органов дыхания составляет 2,1 раза, кожи и подкожной клетчатки в 2,7 раза, в 2 раза выше заболеваемость болезнями крови и кроветворных органов. Получено, что атмосферные загрязнения оказывают наибольшее влияние на заболеваемость детского населения болезнями органов дыхания в возрастных группах 1-2 года и 3-6 лет. Результаты исследования позволяют выделить ряд загрязнителей атмосферного воздуха оказывающих наиболее существенное влияние на заболеваемость детей. Прежде всего, это пыль, сернистый ангидрид, серная кислота.

Наибольшее влияние атмосферные загрязнения оказывают на такие болезни органов дыхания, как острые респираторные заболевания, пневмония, бронхит, бронхиальная астма. Показано, что увеличение загрязнения атмосферного воздуха пылью на 10% может способствовать

вероятностно достоверному увеличению заболеваемости детей над соответствующим минимальным уровнем распространенности патологии до 1 года на 1%; в возрасте 1-2 года у девочек на 4,6%, у мальчиков на 6,6%; 3-6 лет у девочек на 6,9%, у мальчиков на 3,75%; в возрасте 7-14 лет заболеваемость возрастает в пределах 2% как у девочек, так и у мальчиков.

Увеличение концентрации сернистого ангидрида на 10% может способствовать увеличению заболеваемости детей до 1 года на 1%; 1-2 года на 3-4%; 3-6 лет на 4-5%; 7-14 лет на 1,2%. Увеличение концентрации серной кислоты на 10% может способствовать увеличению заболеваемости детей от 0,3 до 2,4%, при увеличении концентраций сажи заболеваемость возрастает от 1,1 до 2,18%, а при увеличении двуокси азота заболеваемость может возрасти от 2,2 до 5,6%, окись углерода может способствовать увеличению заболеваемости детей до 3,1%.

Комплексная оценка состояния здоровья детей, осуществленная на основе углубленного медицинского осмотра школьников 7-11 лет, показала, что общее количество здоровых детей в высокозагрязненном районе составило 6,6% против 19,4% в контрольном районе. Более трети учащихся в загрязненном районе имеют функциональные отклонения, а у более половины 60,5% сформировались различные хронические заболевания, в то время как в контрольном районе в эту группу входит 36,1% школьников.

Изучение физического развития выявило статистически достоверное снижение гармоничности и уровня физического развития детей, подвергающихся высокому уровню загрязнения атмосферного воздуха; доля школьников с отклонениями в физическом развитии в этих районах составляет 11,8 и 14,9% от осмотренных детей, что в 2,1 и 2,6 раза соответственно выше, чем в контроле ( $P < 0,01$ ).

Оценка сердечно-сосудистой системы выявила у детей проживающих в районе с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха повышенное артериальное давление у 20,3% против 9,7% в контрольном районе, причем количество детей с повышенным артериальным давлением у мальчиков и у девочек было одинаково. При исследовании периферической крови выявлены изменения в гемограммах у детей, проживающих в условиях интенсивных атмосферных загрязнений. При этом наиболее существенные сдвиги обнаружены в содержании гемоглобина и эритроцитов. У 47,7% обследованных детей этого района выявлена анемия, в то время как в условно чистом районе – 19,3%, что в 2,5 раза ниже ( $P < 0,01$ ). В районе высокого атмосферного загрязнения количество детей, имеющих оптимальные показатели функционирования эритроцитарной системы, в 3 раза меньше, чем у детей, проживающих в условно чистой атмосфере.

Повышенный уровень загрязнения атмосферы оказывает также аллергенное действие на здоровье детского населения. Изучение

распространенности аллергозов у детей показало, что их наибольшее количество отмечается в районах с высоким загрязнением атмосферного воздуха, превышение над контрольным районом от 4,2 до 5,6 раза. Причем в этих районах отмечается большее количество тяжелых форм аллергозов в сочетании с другими заболеваниями.

Результаты исследования позволяют расширить и углубить эколого-гигиенический анализ и постановку задач в области развития дальнейших исследований по изучению реальной нагрузки загрязнений атмосферного воздуха на здоровье детей, установленные количественные параметры чувствительности различных половозрастных групп детей к воздействию атмосферных загрязнений обеспечивают прогнозирование состояния здоровья детского населения на ближайшую и отдаленную перспективу.

**Д.В. Суржиков<sup>1</sup>, П.В. Климов<sup>2</sup>, В.В. Большаков<sup>1</sup>, А.М. Олещенко<sup>1</sup>**

Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний СО РАМН<sup>1</sup>, Новокузнецкий филиал-институт Кемеровского государственного университета<sup>2</sup>, г. Новокузнецк

### **ВЗАИМОЗАВИСИМОСТЬ КОНЦЕНТРАЦИЙ ОЗОНА В ВОЗДУШНОМ БАССЕЙНЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА С ДРУГИМИ АТМОСФЕРНЫМИ ПРИМЕСЯМИ**

Цель работы – построение моделей зависимости концентраций озона в атмосферном воздухе от прочих газообразных загрязняющих веществ в воздушном бассейне Центрального района г. Новокузнецка. Для анализа использовались материалы о концентрации вредных веществ в атмосфере выделенной селитебной зоны за 2002-2006 гг. Данные о загрязнении предоставлены лабораторией экологического мониторинга воздушной среды НФИ Кемеровского государственного университета.

Особое внимание в данном исследовании уделялось озону по следующим соображениям: во-первых, озон, по данным Агентства по охране окружающей среды США, входит в тройку, наряду с взвешенными частицами и диоксидом серы, наиболее опасных атмосферных загрязнителей, повышение концентрации которых в воздушном бассейне приводит к увеличению не только заболеваемости, но и смертности населения; во-вторых, в г. Новокузнецке, как и в большинстве городов РФ, уровень загрязнения атмосферного воздуха озоном не контролируется на стационарных постах Гидрометобсерватории Росгидромета. Озон, так же как и другие фотохимические оксиданты, образуется при воздействии коротковолновой части солнечной радиации на ряд атмосферных примесей. При этом в атмосферном воздухе протекает ряд химических и

фотохимических реакций. В эту систему реакций вовлечены кислород, оксиды углерода и азота, метан, сернистый газ и сероводород.

Взаимозависимость концентраций озона с концентрациями примесей воздушного бассейна в Центральном районе г. Новокузнецка представлена в табл. 1.

Таблица 1

Взаимозависимость концентраций озона с концентрациями других примесей атмосферного воздуха

Код модели	Уравнение регрессии	Индекс корреляции	F-критерий
5Y	$Y = -0,053 X_1 - 0,27 X_2 + 0,26 X_3 - 0,013 X_4 + 0,53 X_5 + 0,025$	0,58	5,5*
3Ya	$Y = -0,051 X_1 - 0,0049 X_2 - 0,013 X_4 + 0,01$	0,375	3,06*
3Yб	$Y = 0,22 X_3 - 0,014 X_4 + 0,47 X_5 + 0,017$	0,557	8,42*

Примечание: \* - статистически достоверно при  $P < 0,05$ ; Y – среднемесячные концентрации озона;  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ ,  $X_5$  – среднемесячные концентрации оксида азота, диоксида азота, диоксида серы, оксида углерода, сероводорода соответственно; цифра в коде модели означает число влияющих на результативный признак факторов.

Полученные индексы множественной корреляции показывают умеренную степень связи между рассматриваемыми факторами ( $R = 0,375 - 0,58$ ). Оценка регрессионных соотношений с применением критерия Фишера показала их статистическую достоверность ( $F = 3,06 - 8,42$ ;  $P < 0,05$ ). В табл. 2 приведены данные статистические зависимости в стандартизованном виде, а также исчисленные индексы детерминации. Установлено, что от 14,1 до 33,6% дисперсии загрязнения атмосферного воздуха озоном имплицировано с содержанием прочих газообразных примесей воздушного бассейна. Стандартизованные уравнения регрессии показывают на сколько долей своих стандартных отклонений изменится концентрация озона при увеличении концентрации другого газообразного загрязнителя на одно свое стандартное отклонение при неизменном среднем уровне других факторов. Коэффициенты эластичности концентраций озона по полученным регрессионным соотношениям приведены в табл. 3.

Таблица 2

Уравнения регрессии между концентрациями озона и другими атмосферными примесями в стандартизованном виде

Код модели	Стандартизованное уравнение регрессии	Индекс детерминации, %
5Y	$Y = -0,06X_1 - 0,14X_2 + 0,09X_3 - 0,35X_4 + 0,47X_5$	33,6
3Ya	$Y = -0,058 X_1 - 0,0025 X_2 - 0,36 X_4$	14,1
3Yб	$Y = 0,077 X_3 - 0,384 X_4 + 0,42 X_5$	31,1

Коэффициенты эластичности концентраций озона по рассматриваемым моделям

Фактор	Модель		
	5Y	3Ya	3Y6
X <sub>1</sub>	-0,057	-0,055	-
X <sub>2</sub>	-0,21	-0,004	-
X <sub>3</sub>	0,14	-	0,12
X <sub>4</sub>	-0,78	-0,78	-0,84
X <sub>5</sub>	0,47	-	0,42

По коэффициентам эластичности установлено, что с увеличением концентрации диоксида серы в атмосферном воздухе на 10% концентрация озона может возрасть на 1,2-1,4% (в зависимости от выбранной модели). При аналогичном повышении концентрации сероводорода количество озона в воздушном бассейне увеличивается на 4,2-4,7%. Зависимость между количествами оксида углерода и озона обратная: при снижении в приземном слое атмосферы концентрации угарного газа на 10% количество озона растет на 7,8-8,4%. Взаимозависимость между концентрацией озона и концентрациями оксидов азота не обнаруживает пока твердо установленных закономерностей. Установленные регрессионные соотношения объясняются тем, что реакции с участием диоксида серы, оксида углерода и сероводорода протекают необратимо. В то же время количество атомарного кислорода, образующегося при этом и играющего решающую роль в образовании молекул озона в атмосферном воздухе, относительно невелико. При реакциях, в которых участвует диоксид азота, поглощение ультрафиолетового излучения приводит к разрыву одной связи между атомами азота и кислорода и образованию молекулярного кислорода и оксида азота. Последующие реакции приводят к образованию молекулярного кислорода и озона и регенерации диоксида азота. Регенерированный диоксид азота может вновь вступать в реакцию, и, таким образом, этот процесс может многократно повторяться до тех пор, пока диоксид азота не превратится в азотную кислоту. Именно этим можно объяснить то, что линейную регрессионную зависимость между уровнями содержания озона и оксидов азота в воздушном бассейне установить не удается.

Из приведенных материалов можно заключить, что концентрации озона находятся во взаимосвязи с рядом экологических факторов загрязнения атмосферного воздуха. Ведущими факторами, влияющими на уровень содержания озона, являлись: сероводород, оксид углерода и диоксид серы. Установлена количественная взаимосвязь газообразных атмосферных загрязнений с концентрациями озона, процент и степень их прироста при изменении концентраций других примесей в воздушном бассейне промышленного города.

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина,  
Украина

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ЗОНЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КРУПНЫХ ОПТОВО-РОЗНИЧНЫХ РЫНКОВ**

В последние десятилетия наблюдается интенсивное развитие коммерческой деятельности в крупных городах Украины. Наиболее доступным каналом покупки продуктов широкого потребления для населения остаются оптово-розничные рынки, где можно приобрести продукцию с минимальной торговой наценкой. Рынки ежедневно посещает большое количество людей, на данной территории находится огромный поток автотранспорта и, соответственно, на этих территориях формируется сложная экологическая ситуация. Типичным примером является Торговый Центр Барабашова в г. Харькове (один из крупнейших в Украине).

С целью изучения особенностей загрязнения атмосферного воздуха и почвенного покрова (как фактора дополнительного загрязнения атмосферного воздуха) в пределах торгового центра Барабашова был проведен ряд полевых и лабораторных исследований. Для аналитических работ был использован метод атомно-абсорбционного спектрального анализа.

На основании полученных экспериментальных данных определено:

- приоритетным загрязнителем для атмосферного воздуха данной территории выступает оксид углерода. При этом на 10% опытных участков наблюдается его максимальное содержание, которое незначительно превышает ПДК (1,02 и 1,12 раза), в то же время на других фактическое содержание СО в пределах ПДК.
- 2 место по величине загрязнения занимают бензол и серный ангидрид. Но при сравнении с ПДК выявлены лишь незначительные превышения (практически на уровне ПДК).
- По уровню загрязнения пылью превышение ПДК в 1,5 - 2 раза наблюдается на 33% обследованной территории рынка.
- Специфическим загрязнителем воздуха территории оказался формальдегид, который на некоторых участках обследования превышает ПДК в 6,6 раза (отбор в августе). Также к специфическим загрязняющим веществам для данной территории можно отнести толуол и параксинол.
- Среди проанализированных химических элементов в почвах превышений ПДК не наблюдалось.

В атмосферном воздухе есть довольно существенные различия в образцах, отобранных в разные сезоны. Так, по содержанию пыли,

бензола, толуола, серного ангидрида, окиси углерода на большинстве участков содержание этих веществ довольно резко возрастает осенью сравнению с концом весны. Например: содержание бензола осенью по сравнению с весной возрастает почти в 3-7 раз. Это можно объяснить действием как природных, так и техногенных факторов. Интенсивность фотосинтеза в мае выше, чем в конце августа, количество осадков в мае 2010 года было больше, чем в августе 2010 года, что способствовало усилению процессов накопления загрязняющих веществ в атмосферном воздухе исследуемой территории. Также в конце августа ежегодно существенно увеличивается транспортный поток, что усиливает интенсивность загрязнения атмосферного воздуха.

Таким образом, на основании проведенного исследования определено, что загрязнение атмосферного воздуха на территории крупного торгового центра (рынка) имеет специфические особенности (в том числе сверхнормативное загрязнение формальдегидом) и не сводится лишь к воздействию передвижных источников загрязнения.

**И.О. Тихонова, Д.А. Крамер**

Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева,  
г. Москва

## **ЗАГРЯЗНЕНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МАЛЫХ РЕК В МЕГАПОЛИСЕ**

Донные отложения являются важной характеристикой водных экосистем. Они могут рассматриваться и как абиотическая составляющая, и как часть гидrolитосферы. В большинстве водных систем концентрации различных веществ в верхних слоях донных отложений намного выше, чем концентрации этих же веществ в толще воды. Следовательно, невозможно получить достоверные результаты по распределению, геохимической миграции и доступности для живых организмов элементов и веществ, находящихся в водных объектах, и определить или предсказать их влияние на окружающую среду посредством только отбора проб воды. Донные отложения могут рассматриваться и как один из главных источников вторичного загрязнения водной среды, поэтому их необходимо исследовать для определения путей потенциальной геохимической миграции загрязняющих веществ [1].

Так сложилось, что оценка загрязнения водных систем чаще всего проводилась на основании загрязнения только воды. В 2010 году на



кафедре промышленной экологии было выполнено обследование трех малых рек г. Москвы – Нищенки как испытывающей наибольшую антропогенную нагрузку, а также Котловки, испытывающей меньшую антропогенную нагрузку, и Городни со слабонарушенными природными комплексами.

Пробы донных отложений массой 200 г отбирали из русловой (песчано-глинистой и илисто-глинистой) фации аллювия на глубину 0 - 5 см. Перечень приоритетных для определения тяжелых металлов в пробах был составлен на основании анализов объединенных проб донных отложений для каждой реки, выполненных методом индукционно-связанной плазмы. В дальнейшем содержание тяжелых металлов (Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, Mn) определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии, содержание нефтепродуктов – методом ИК-спектроскопии.

Для оценки техногенного загрязнения элементами были взяты данные по фоновым содержаниям элементов в донных отложениях рек Московской области и водотоков НП «Лосиный остров» [2].

В донных отложениях р. Нищенки, расположенной в промышленной зоне на юго-востоке Москвы, наибольшие превышения концентраций тяжелых металлов над фоновой концентрацией обнаружены в зонах влияния автотранспорта и сбросов с промышленных предприятий.

Спектр загрязнения донных отложений р. Котловки отличается от ассоциации ЗВ р. Нищенки: ведущими элементами здесь являются Cu и Pb, второстепенными Cd и Zn, превышение которого над фоном выявлено только в одной пробе. Распределение Ni и Mn по открытой русловой части реки является равномерным. Донные отложения р. Городни характеризуются низким уровнем загрязнения.

В р. Городне практически во всех пробах содержание тяжелых металлов варьирует незначительно, превышений над фоном не наблюдалось. Несанкционированных свалок, автосервисов, поселений бомжей и других источников сброса во время полевого обследования не обнаружено.

Результаты анализа содержания нефтепродуктов в донных отложениях свидетельствуют об интенсивности поступлении их в реку и, что не менее важно, позволяют идентифицировать источники загрязнения. В качестве фона был взят допустимый показатель содержания нефтепродуктов в почве для г. Москвы – 1000 мг/кг.

Содержание тяжелых металлов в донных отложениях рек (мг/кг)

Эле- мент	ПДК в почве	Фоновое содержание в донных отложениях		Среднее содержание в донных отложениях малых рек		
		рек Моск. области	водотоки НП «Лосиный остров»	Нищенка	Котловка	Городня
<b>Ni</b>	80,0	11	23,4	15,05	6,61	9,57
<b>Cu</b>	132,0	35	36,7	341,4	35,87	32,61
<b>Zn</b>	220,0	37	62,3	261,8	109,81	114,43
<b>Cd</b>	2,0	0,3	-	1,36	0,26	0,33
<b>Pb</b>	130,0	19	15,6	54,75	19,45	18,82
<b>Mn</b>	1500,0	680	398,1	310	62,32	257,69



Рис.1. Содержание нефтепродуктов в донных отложениях р. Нищенка (мг/кг)

Высокое содержание нефтепродуктов свидетельствует об интенсивности их поступления в реку и прослеживается по всему течению реки, что обусловлено низким самоочистительным потенциалом Нищенки.

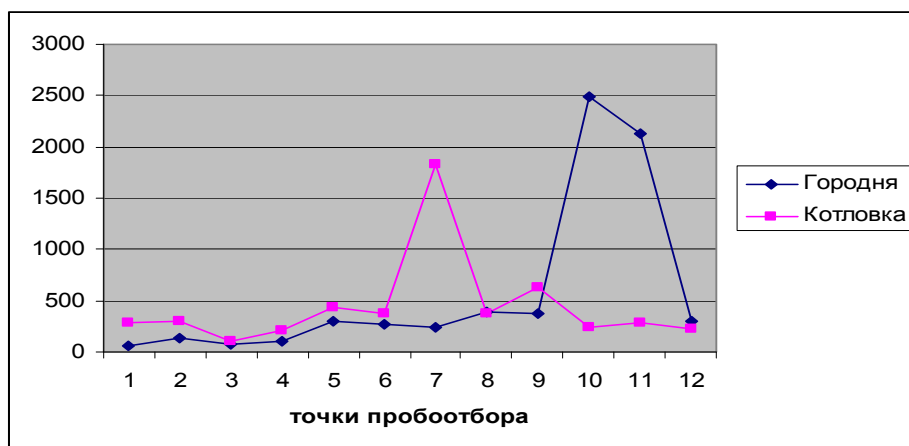


Рис.2. Содержание нефтепродуктов в донных отложениях р. Городни и Котловки (мг/кг)

Содержание нефтепродуктов в донных отложениях р. Котловка вдоль русла равномерное, река в целом не подвержена сильному антропогенному стрессу и обладает способностью к самоочищению, однако отмечен участок с высоким содержанием нефтепродуктов, где находится источник сброса – отводная труба от АЗС.

Русловая часть реки Городни в наибольшей степени обладает способностью к самоочищению. Равномерность распределения как нефтепродуктов, так и тяжелых металлов по длине русла обусловлена тем, что протекает она в основном в лесопарковой местности (исток берет начало в Битцевском лесопарке) и отсутствуют значительные источники загрязнения. Загрязнение нефтепродуктами выявлено на участке, где расположены АЗС и автосервис.

### Литература

1. Бреховских В.Ф. и др. Тяжелые металлы в донных отложениях Нижней Волги и дельты реки // Вода: химия и экология. 2010. № 2. С. 2-10.
2. Соколова О. В. Экспериментальное исследование и термодинамическое моделирование миграции тяжелых металлов в системе «вода-донные отложения» в зоне антропогенного воздействия: дис.... канд. геолого-минер. наук / Соколова Олеся Владимировна; науч. рук. Гричук Д.В.; М.: МГУ, 2008. 188 с.

**Т.М. Тихонова, В.А. Селезнев**

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

## **НОРМИРОВАНИЕ ДОПУСТИМОГО ИЗЪЯТИЯ РЕЧНОГО СТОКА НА ВОЛГОГРАДСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ**

Объем речного стока является средообразующим фактором водной экосистемы. Он прямым или косвенным путем влияет на все условия жизни водной биоты. Поэтому в процессе водопотребления часть речного стока должна оставаться в реке без использования для обеспечения устойчивого функционирования водной экосистемы. Таким образом, необходимо введение нормативных ограничений на использование водных ресурсов [1].

В качестве методической основы расчета нормативов воздействия по изъятию водных ресурсов из Волгоградского водохранилища служили «Методические указания по нормированию допустимого безвозвратного изъятия речного стока и установлению экологического стока (попуска)» [2].

**Исходные данные.** Для расчета допустимого безвозвратного изъятия речного стока и экологического попуска использованы следующие исходные данные:

– среднемесячные и среднегодовые значения расхода воды через сооружения Волгоградского гидроузла (Волжской ГЭС им. XXII съезда КПСС) за период 1962-2007 гг.;

– относительная средняя численность (урожайность) сеголеток рыб в Волгоградском водохранилище за периоды 1962-1975 гг., 1980-1989 гг., 2002-2009 гг.

**Определение критического объема стока ( $W_{кр}$ ).** По зависимости численности сеголеток рыб [3] от объема стока за весенний нерестовый период были найдены переломные точки – объем стока  $W_{кр}$ , соответствующий критическому состоянию водных экосистем, при котором воспроизводство рыб минимально. Критическое значение стока в нерестовый период (70000 млн. м<sup>3</sup>) соответствуют в среднем годовому стоку в объеме  $W_{кр} = 194000$  млн. м<sup>3</sup>.

В качестве  $W_{ист}$  принят минимальный объем годового стока в гидрологическом ряду восстановленного стока: 1974/75 г.,  $W_{ист}=166532$  млн.м<sup>3</sup>. Тогда величина  $W_{ди ср.} = 194000 - 166532 = 27468$  млн. м<sup>3</sup>. Распределение  $W_{ди ср.}$  по периодам приведено в табл. 1.

Допустимое безвозвратное изъятие речного стока в годы различной водности ( $W_{дир}$ ) определяется по формуле

$$W_{дир} = W_{ди ср.} \cdot \frac{W_p}{W_{ср}},$$

где  $W_p$  – сток р. Волга в створе Волгоградского гидроузла в годы различной обеспеченности;  $W_{ср.}$  – среднеегодовое естественный (восстановленный) сток, который составляет 251584 млн. м<sup>3</sup> (зимняя межень - 66069 млн. м<sup>3</sup>, нерестовый период – 106385 млн. м<sup>3</sup>, летне-осенняя межень – 79130 млн. м<sup>3</sup>).

Таблица 1

Внутригодовое распределение  $W_{ди ср.}$

Показатели	Зимняя межень	Нерестовый период	Летне-осенняя межень	Год
$W_{ди ср.}$ , млн.м <sup>3</sup>	7214	11615	8639	27468
%	26,3	42,3	31,4	100

**Определение экологического попуска ( $W_{эпр}$ ).** Исходя из установленной нормы  $W_{дир}$ , рассчитывается экологический попуск  $W_{эпр}$  в годы различной водности. В общем случае

$$W_{эпр}(эпр) = W_p - W_{дир}.$$

В табл. 2 представлены результаты расчета допустимого изъятия и экологического попуска для маловодного года 95 % обеспеченности.

Расчет допустимого изъятия стока и величины экологического попуска в створе Волгоградского гидроузла для года 95% обеспеченности по стоку, млн. м<sup>3</sup>

Показатели	Зимняя межень (декабрь-март)	Нерестовый период (апрель-июнь)	Летне-осенняя межень (июль-ноябрь)	Год
$W_{95\%}$	51070	61311	53855	166236
$W_{ди95\%}$	5576	6694	5880	18150
$W_{эп 95\%}$	45494	54617	47975	148086

**Заключение.** Существующие объемы безвозвратного изъятия речного стока из Волгоградского водохранилища намного ниже установленных нормативов. Однако требования рыбного хозяйства не ограничиваются только нормой изъятия и экологического попуска. Для поддержания рыбного хозяйства необходимо соблюдение соответствующего режима уровня в разные сезоны года. Существующие на данный момент методические указания не предусматривают нормирование уровня режима. Поэтому необходимо доработать методические указания с учетом установления норм для уровня режима в соответствии с требованиями рыбного хозяйства.

#### Литература

1. Маркин В.Н. Сравнение методов определения величины экологически допустимого стока рек М.: ФГОУ ВПО «Московский государственный университет природообустройства», Москва, 2007.
2. Методические указания по нормированию допустимого безвозвратного изъятия речного стока и установлению экологического стока (попуска).
3. Отчет о научно-исследовательской работе «Биологическое обоснование прогноза на 2010 год по основным рыбохозяйственным водоемам подведомственного региона, объектам промысла». Т. 1. Волгоградское водохранилище. СО ФГНУ ГосНИОРХ, Саратов, 2009.

**И.Г. Томашевская, А.А. Тихановская, М.А. Петров**

Институт геологии и геофизики им. Х.М.Абдуллаева АН РУз,  
г.Ташкент, Узбекистан

#### **ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ В ГОРОДАХ УЗБЕКИСТАНА**

В связи с ростом городского населения и развитием промышленности влияние антропогенных факторов на изменение

окружающей среды усиливается. Целью исследования является сравнительная оценка экологического состояния в городах Республики Узбекистан в зависимости от численности населения и развития промышленности.

Характеристики выбранных объектов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики выбранных объектов

Город	Широта	Абс.высота, м	Численность населения, тыс чел		
			2000	2004	2009
Ташкент	41°16'	488	2131	2129	2206
Наманган	40°58'	476	390	409	450
Фергана	40°58'	580	184	185	227
Коканд	40°31'	404	198	204	220

Среди множества аспектов в охране окружающей среды особое место занимают проблемы качества атмосферного воздуха за счет присутствия веществ, оказывающих неблагоприятное воздействие на человека и окружающую среду. Изменение выбросов загрязняющих веществ по республике приводится в табл. 2.

Таблица 2

Динамика выбросов загрязняющих веществ по Республике Узбекистан, тыс.т. [2]

Ист.выбросов	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Стационарные	776.9	755.5	711.8	729.4	672.6	646.5
Передвижные	1520.0	1593.0	1583.5	1453.0	1348.6	1310.9
Итого	2296.9	2348.5	2250.3	2182.4	2021.1	1957.4

В целом по стране к 2004 году наблюдается общее снижение выбросов (на 14%).

Для характеристики качества воздуха в промышленных городах используется показатель индекс загрязнения атмосферы (ИЗА), учитывающий усредненную концентрацию загрязнения в течение года, ПДК, степень токсичности и количество токсичных веществ. В табл. 3 приводится динамика ИЗА по отдельным промышленным городам республики.

Таблица 3

Изменение ИЗА по промышленным городам Узбекистана [3]

Город	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Ташкент	6.38	6.48	5.92	5.95	6.68	6.36	5.52
Наманган	2.64	3.54	4.13	2.67	2.67	1.91	1.85
Фергана	5.11	5	5.94	5.84	5.06	4.98	4.7
Коканд	4.78	4.65	4.6	4.64	4.37	4.72	5.39

\*Градации загрязненности:  $ИЗА > 14$  – очень высокая;  $7 < ИЗА < 14$  – высокая;  $5 \leq ИЗА \leq 6$  – относительно высокая;  $ИЗА < 5$  – низкая.

В период с 1998 по 2004 гг. городом с относительно высоким ИЗА остается г. Ташкент – столица республики и ее промышленный центр, хотя намечается тенденция к улучшению ситуации. Улучшается ситуация в городе Фергане: к 2004 г. загрязнение воздуха уменьшается. Самым «чистым» городом остается Наманган.

Наиболее крупными загрязнителями атмосферы  $\text{SO}_2$  и необработанными углеводородами в регионе являются предприятия топливно-энергетического и нефтегазового комплексов. Предприятия химической промышленности выбрасывают в атмосферу специфические загрязняющие вещества – пыль аммиачной селитры,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$ , и фенол. Строительная промышленность и производство цемента являются главными источниками выделения пыли. Динамика содержания загрязняющих элементов приведена в табл. 4.

Таблица 4

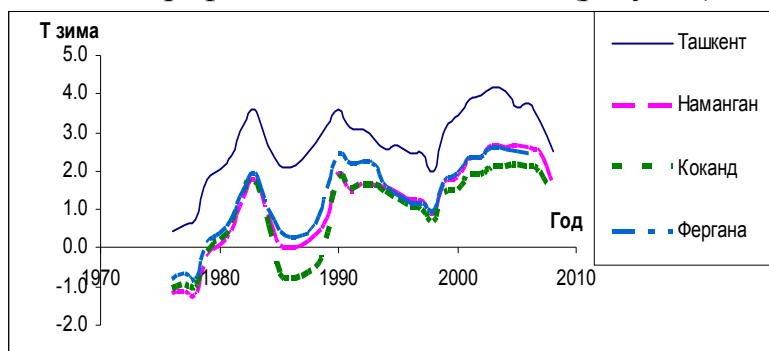
Динамика содержания загрязняющих элементов (в долях ПДК) [2]

Город	Промышленность	Годы	Пыль	$\text{NO}_2$	$\text{SO}_2$	$\text{NH}_4\text{OH}$	Фенол
Ташкент	Узстройматериалы, ГАЗ Узбекэнерго, Узавтойул, Узгуштсутсаноати	2000	1.3	1.8	0.1	1.3	0.7
		2001	1.3	2.0	0.2	1.3	0.7
		2002	2.0	2.0	0.2	0.5	0.7
		2003	1.3	2.0	0.3	0.8	0.7
		2004	1.3	2.0	0.3	0.3	0.3
Фергана	АК «Узнефтепереработка», Узхимпром, ГАЗ Узбекэнерго, ФПО «Азот»	2000	1.3	1.5	0.4	0.8	1.3
		2001	0.7	1.0	0.5	1.5	1.3
		2002	0.7	1.0	0.4	1.5	1.3
		2003	0.7	1.3	0.3	1.3	1.0
		2004	0.7	1.3	0.4	0.8	1.0
Коканд	стройматериалы	2000	2.0	1.0			
		2001	2.0	1.0			
		2002	2.0	1.0			
		2003	1.3	1.3			
		2004	2.0	Не отб.			

В течение всего периода в выбросах стационарных источников преобладают такие вещества, как диоксид серы (исключая г.Коканд) и  $\text{NO}_2$ , источниками выбросов которых являются теплоэлектростанции (ТЭС) и районные котельные. Атмосфера города Фергана остается самой загрязненной фенолом и  $\text{NO}_2$  среди выбранных городов, хотя в последние годы наблюдается тенденция к снижению содержания этих компонент в воздухе.

Рост городского населения обуславливает расширение деятельности городской системы теплообеспечения и транспорта, что наряду с деятельностью промышленных предприятий неминуемо влияет на температурный фон на территории города [1]. Коэффициент корреляции температур на выбранных ГМС достаточно высок ( $0.85 \leq R \leq 0.98$ ), что говорит о синхронных ее изменениях, обусловленных воздействием атмосферных процессов. Рост среднегодовой температуры воздуха за весь период 1972-2008 гг. наименьший на ГМС Ташкент ( $0.039^\circ/\text{год}$ ), то же относится и к осредненным величинам за зимний ( $0.067^\circ/\text{год}$ ) и летний ( $0.013^\circ/\text{год}$ ) сезоны. Для городов Ферганской долины соответствующие тренды составляют:  $0.044^\circ/\text{год}$ ,  $0.090^\circ/\text{год}$  и  $0.019^\circ/\text{год}$ . Отопляющее влияние проявляется в зимнее

время года, что наблюдается при сравнении температуры воздуха г. Ташкента и группы городов Ферганской долины с существенно меньшим промышленным и демографическим потенциалом (рисунок).



Изменение средних зимних температур воздуха

Для более детального анализа выбранный период поделен на: 1972-1990 гг. (развитие промышленности) и 1991-2008 гг. (перестройка промышленного потенциала с уменьшением объемов). В первый период превышение зимних температур г.Ташкента существенно больше, чем во второй, причем дисперсия этих отклонений имеет тот же ход.

Полученные результаты показали заметное влияние города с развитой промышленностью на загрязненность воздуха и климат. Однако разделить влияние демографии и промышленности на климат пока не удалось.

## Литература

1.Глазырин Г.Е., Группер С.Р. Климат Ташкента и его изменения в XX- в начале века XXI, Ташкент: Изд-во НИГМИ, 2008. 53 с.

2.Рустамова Н.М. Экологические индикаторы для мониторинга состояния окружающей среды в Узбекистане // Экологические индикаторы для Узбекистана. Ташкент, 2006. С.24-37.

3.Состояние окружающей среды и использование природных ресурсов в Узбекистане. Факты и цифры: статистический сборник. Ташкент, 2006.

**А.А. Фомина, А.К. Суркина<sup>\*</sup>, О.А. Фучеджи<sup>\*</sup>,  
С.А. Коннова<sup>\*</sup>, Е.И. Тихомирова**

Саратовский государственный технический университет,

<sup>\*</sup> Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН,  
г. Саратов

## **МЕТАБОЛИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЛЕЙКОЦИТОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ БАКТЕРИАЛЬНЫХ И РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИСАХАРИДСОДЕРЖАЩИХ БИОПОЛИМЕРОВ**

В настоящее время актуальным является вопрос о влиянии бактериальных и растительных гликополимеров, активно



продуцирующихся либо поступающих (прижизненно и постлетально) в окружающую среду, на эукариотические организмы. В ряде исследований показано, что липополисахариды (ЛПС) непатогенных бактерий и полисахариды растений являются наиболее перспективными для поиска эффективных иммуномодуляторов, так как могут обладать выраженной биологической активностью, не проявляя при этом высокой токсичности и пирогенности [1, 2]. Кроме того, азотфиксирующие ризобактерии в последние годы активно используются как основные компоненты комплексных бактериальных удобрений, которые рекомендуются для повышения урожая хлебных злаков [3]. Это приводит к обогащению окружающей среды разнообразными полисахаридсодержащими материалами, эффект действия которых на организм человека и животных практически не исследован. Поэтому в качестве объектов исследования мы использовали ЛПС диазотрофных ризобактерий рода *Azospirillum* и ПС высшего водного растения – рдеста пронзеннолистного, одного из наиболее распространенных растений акватории Волги.

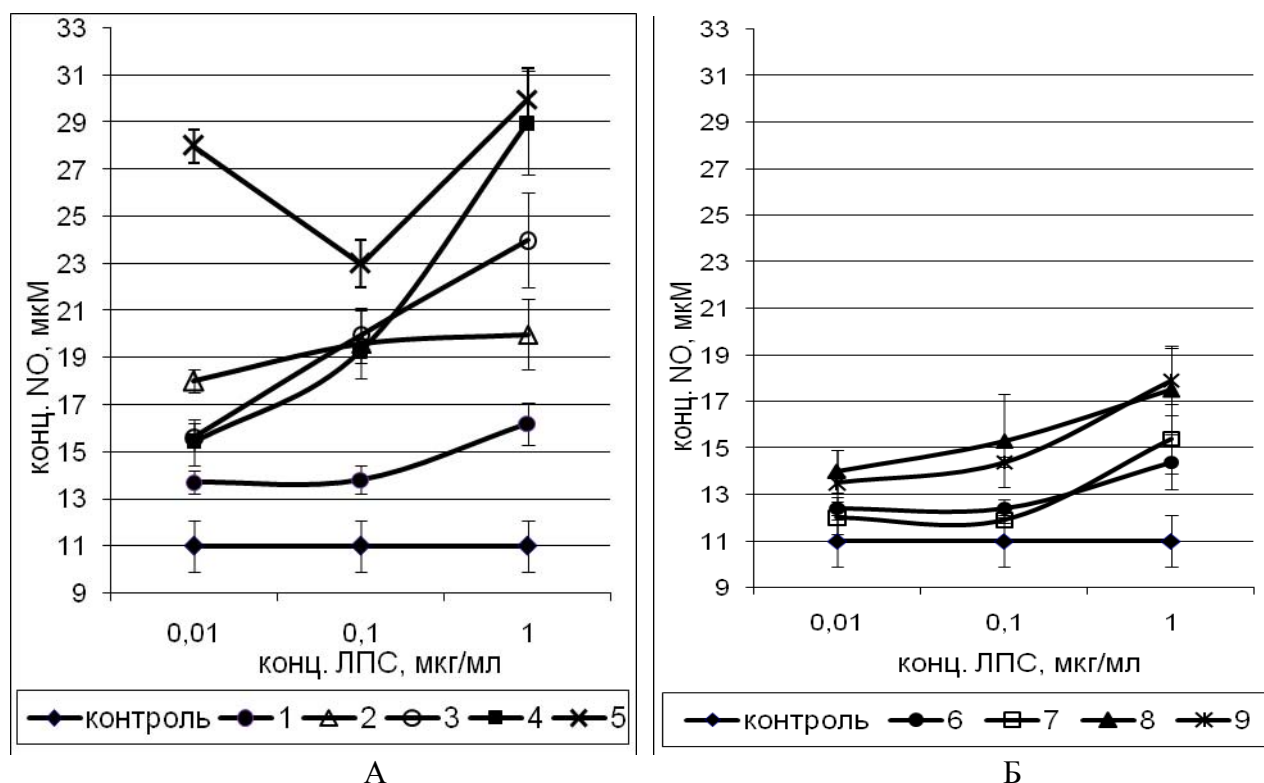
Для оценки активности препаратов по отношению к лейкоцитам мышей и человека ЛПС *A. irakense* KBC1, *A. lipoferum* Sp59b, *A. brasilense* Sp245, Sp245.5, SR15, S17, н-ПС1, к-ПС3 и коммерческие продигиозан, пирогенал и ЛПС *Escherichia coli* O55:B5 (в качестве препаратов сравнения) использовали в концентрациях 0,01; 0,1; 1 и 10 мкг/мл.

Известно, что при умеренной концентрации клеточные метаболиты кислорода и азота, ряд гидролитических ферментов выполняют регуляторную роль в процессе воспаления. Оксид азота часто используется как показатель активности индуцибельной NO-синтазы (iNOS), с которой связаны цитотоксические и противовоспалительные функции клеток. Установлено, что активация спленоцитов ЛПС азоспирилл приводила к дозозависимой продукции NO (рисунок).

В диапазоне 0,01–1 мкг/мл ЛПС<sub>Sp59b</sub>, ЛПС<sub>Sp245</sub> и ЛПС<sub>Sp245.5</sub> синтез NO возрастал в 1,2–1,6 раз по сравнению с контролем. Следует отметить сильное стимулирующее действие ЛПС<sub>KBC1</sub> на синтез NO, которое в дозах 0,01 и 0,1 мкг/мл было подобно пирогеналу, а в концентрации 1 мкг/мл – на уровне эффекта ЛПС<sub>O55:B5</sub>. Показано, что растительные препараты не стимулировали продукцию NO спленоцитами, т.е. не оказывали воздействия на нитрогенные механизмы внутри клеток.

В НСТ-тесте показано, что индуцированная ЛПС азоспирилл и пирогеналом продукция активных форм кислорода перитонеальными макрофагами достоверно не отличалась от контрольной. Незначительное повышение отмечено при действии ЛПС<sub>Sp245.5</sub> в дозе 1 мкг/мл. Установлено, что под воздействием н-ПС1 продукция активных форм кислорода макрофагами достоверно не изменялась по сравнению с контролем. Препарат к-ПС3 в интервале доз 0.01-1 мкг/мл оказывал ингибирующее действие на образование активных форм кислорода в

макрофагах примерно на 15-29%, что свидетельствует о возможных антиоксидантных свойствах ПС.



Влияние ЛПС азоспирилл на продукцию NO мышинными спленоцитами:

А (1 – ЛПС<sub>Sp59b</sub>, 2 – продигиозан, 3 – пирогенал, 4 – ЛПС<sub>КВС1</sub>, 5 – ЛПС<sub>O55:B5</sub>) и Б (6 – ЛПС<sub>S17</sub>, 7 – ЛПС<sub>SR15</sub>, 8 – ЛПС<sub>Sp245.5</sub>, 9 – ЛПС<sub>Sp245</sub>)

Одним из ведущих ферментов кислородзависимого аппарата макрофагов является миелопероксидаза. Установлено, что характер и уровень изменения активности фермента при добавлении во взвесь макрофагов ЛПС<sub>Sp245</sub> и ЛПС<sub>Sp59b</sub> в диапазоне концентраций 0.01-1 мкг/мл практически совпадали с таковыми для пирогенала. Под воздействием данных ЛПС активность миелопероксидазы была выше контроля в 1,4-1,7 раза. ЛПС<sub>КВС1</sub> достоверно стимулировал активность миелопероксидазы в клетках только в максимальной дозе 1 мкг/мл в 1,2 раза по сравнению с контролем. Эффекты ЛПС<sub>Sp245.5</sub>, ЛПС<sub>SR15</sub> и ЛПС<sub>S17</sub> на активность фермента были практически одинаковыми: препараты в дозе 1 мкг/мл активировали миелопероксидазу в макрофагах в 1.7 раза по сравнению с контрольными значениями. Растительный н-ПС1 стимулировал активность фермента в макрофагах на том же уровне только при десятикратно увеличенной дозе.

Показано, что активность кислой фосфатазы в фагоцитирующих нейтрофилах человека повышалась под воздействием 0.01 и 0.1 мкг/мл ЛПС<sub>Sp245</sub> и 0,01 и 1 мкг/мл ЛПС<sub>SR15</sub>, а также 0.1 мкг/мл ЛПС<sub>Sp245.5</sub> в 1,3-1,9 раза по сравнению с контролем. Препараты сравнения продигиозан и пирогенал стимулировали активность фермента на этом же уровне при исследованных концентрациях. Растительный н-ПС1 в дозах 0.01 и 0.1

мкг/мл также оказывал стимулирующее влияние на активность этого фермента кислороднезависимого киллинга.

Таким образом, ЛПС азоспирилл (особенно ЛПС<sub>КВС1</sub>) стимулируют продукцию оксида азота и повышение активности миелопероксидазы в макрофагах, а ЛПС<sub>Sp245</sub>, ЛПС<sub>SR15</sub> (представители серогруппы I) и ЛПС<sub>Sp245.5</sub> – активность кислой фосфатазы. ПС рдеста пронзеннолистного *in vitro* не влияют на основной механизм кислородзависимого киллинга – образование активных форм кислорода НАДФ·Н-оксидазой макрофагов, а активизируют альтернативный – миелопероксидазу. Кроме того, растительные ПС не стимулируют индукцию важнейшего микробицидного фактора NO-синтетазы в спленоцитах в отличие от ЛПС азоспирилл и препаратов сравнения, что указывает на различия в их механизмах активации лейкоцитов. В ходе проведенных исследований установлено, что исследуемые полисахаридсодержащие препараты способны вызывать активацию функционально-метаболического состояния эукариотических клеток. В связи с этим перспективно их дальнейшее исследование для прогнозирования воздействия на эукариотические организмы в условиях увеличивающегося поступления гликополимеров в окружающую среду.

### Литература

1. Перспективы использования растительных полисахаридов в качестве лечебных и лечебно-профилактических средств / Н.А. Криштанова, М.Ю. Сафонова, В.Ц. Болотова, Е.Д. Павлова, Е.И. Саканян // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2005. № 1. С. 212–221.
2. Ryan E., Daly L.M., Mills K.H.G. Immunomodulators and delivery systems for vaccination by mucosal routes // TRENDS in Biotechnology. 2001. № 8. P. 293–304.
3. Lucy M., Reed E., Glik R. Applications of free living plant growth-promoting rhizobacteria // Ant.van Leeuwenhoek. 2004. V.86. P. 1–25.

### А.А. Хвостов

Институт социального образования (филиал) Российского  
государственного социального университета, г. Саратов

### ПРОБЛЕМЫ САРАТОВСКОГО ЛЕСА

Не секрет, что экологическая обстановка в Саратове, мягко говоря, оставляет желать лучшего. В нашем городе много промышленных предприятий, автомобильного транспорта и большое количество других экологически неблагоприятных факторов. В связи с этим саратовский лес является одним из немногих оазисов, где могут свободно подышать чистым воздухом и отдохнуть в любое время года горожане. Но и в лесу, к сожалению, тоже присутствуют различного рода проблемы.

Одна из главных проблем – это продолжающаяся застройка лесных земель коттеджами и даже многоэтажными домами (например, на улице Лесной – название само говорит за себя). Таким образом, год от года лесная территория неумолимо сокращается. Простым смертным людям зачастую всё сложнее добираться до леса из-за того, что некоторые дороги, ведущие туда, огораживаются заборами коттеджей или гаражными кооперативами. Дело дошло до того, что некоторые обеспеченные люди положили свой намётанный глаз на лыжный стадион на окраине леса (на Пятой Дачной), чтобы построить на его территории очередной коттеджный посёлок с элитными дворцами. Если это действительно произойдёт, то саратовским лыжникам вообще негде будет тренироваться и готовиться к соревнованиям. Подрастающей молодёжи нечем будет заняться. Таким образом, увеличится количество городских социальных проблем. Ведь всё это взаимосвязано. Поэтому, если местные власти по-прежнему будут продолжать смотреть на проблему застройки лесных территорий сквозь пальцы, то в недалёком будущем дело дойдёт до приватизации саратовского леса частными лицами или организациями. Тогда уже точно горожанам будет туда заказана дорога, и они не смогут покататься на лыжах, на велосипедах, набрать родниковой воды, просто походить семьёй на природе. А чтобы не оправдался этот печальный сценарий, властным структурам надо уже сейчас предпринимать всевозможные и решительные меры по сохранению оставшегося лесного массива. Потом может быть будет поздно.

Другая проблема леса – это, человеческий фактор. Люди, посещающие лес, зачастую не утруждают себя уборкой мусора после многочисленных пикников, алкогольных корпоративов, спортивных мероприятий, прогулок и прочего. А убирать за ними отходы в лесу, как известно, некому. Хоть в некоторых частях леса и висят информационные стендовые объявления, призывающие горожан бережно относиться к лесным насаждениям, к противопожарной безопасности и т.п., но всё это далеко не всегда достигает нужного эффекта. Поэтому, на наш взгляд, без значительных штрафных санкций с этой проблемой не справиться.

К этому можно добавить непрекращающиеся захоронения умерших домашних животных на территории леса. К сожалению, в Саратове (впрочем, как и практически по всей стране) не существует специализированных кладбищ домашних животных. Саратовцам просто-напросто негде хоронить своих питомцев – собак, кошек и т.д. В мусорные баки трупы своих любимых животных (даже с этической точки зрения) руки не поднимутся бросить. Поэтому люди и вывозят мёртвых домашних животных в лесопарковую зону, чтобы похоронить их под какой-нибудь елью или березой. Остальные граждане вообще хоронят животных в городе чуть ли не возле своих многоэтажных домов. Но всё это, как известно, противоречит санитарным нормам. Нужно как-то решать данную

проблему и создавать (по опыту других стран) официальное городское кладбище домашних животных. Как это ни цинично звучит, но подобные кладбища приносят неплохой доход их владельцам. Дело за малым – найти таких предприимчивых людей и определить территорию под захоронение с помощью городской власти. В крайнем случае, можно построить специальный крематорий. Время не ждёт.

В заключение отметим, что в настоящее время практически никто не занимается уборкой саратовского леса от мусора (за исключением единичных PR-акций представителей тех или иных молодёжных и экологических организаций, которые приурочены в основном к выборам разного уровня). В связи с этим, на наш взгляд, необходимо привлекать реальных волонтеров – учащихся средних и высших учебных заведений нашего города, которые на добровольной основе хотя бы раз в квартал принимали бы участие в очистке территории леса от последствий отдыха горожан. Они могли бы также принимать участие в посадке новых зелёных насаждений. Но для этого необходимо согласие директоров школ и ректоров вузов, да и городские власти должны будут помочь с уборочным инвентарём и автотранспортом по доставке учащихся в лес и вывозом собранного мусора на грузовиках. На это, конечно, потребуются финансовые расходы, но не такие уж большие. Главное – всё организовать на постоянный поток, чтобы мероприятия по очистке леса не носили одноразового рекламного характера. Подобная волонтерская работа будет иметь двойной успех – во-первых, в лесу будут поддерживаться чистота и порядок, а, во-вторых, у учащихся сформируется экологическое мировоззрение, которое пока фактически отсутствует у нашей молодёжи.

**Р.Р. Хоробрых**

Институт фундаментальных проблем биологии РАН, г. Пущино

### **ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ ЧЕЛЯБИНСКА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ**

Оценивалось содержание меди, кобальта, никеля, цинка, свинца, кадмия, хрома, молибдена и ртути в почвах и донных отложениях водотоков 4 ключевых репрезентативных участков Челябинска как территории с высокой концентрацией промышленных и энергетических объектов (№ 1, Центральный район, р. Миасс, вблизи Торгового центра; № 2, Metallургический район, р. Миасс, Першино; № 3, Metallургический район, р. Миасс, понтонный мост; № 4, Тракторозаводский район, р. Миасс, оз. «Первое», водоток, впадающий в озеро). Так, количества Cu, Co, Ni, Zn, Pb, Cd, Cr, Mo и Hg в почвах

(участки № 1 и 3) были соответственно в пределах 34.8-82.1, 14.7-24.9, 48.9-86.6, 456-1370, 14.8-67.6, 0.79-32.7, 101.9-231.9, 1.4-2.7 и 0.40-1.76 мг/кг, в донных отложениях р. Миасс и водотока, впадающего в оз. «Первое» (участки № 1 и 4) были соответственно 41.2-265.0, 13.4-39.8, 67.2-146.5, 211.6-3980.0, 28.0-333.5, 0.85-156.2, 104.1-468.4, 0.85-12.5, и 0.48-9.7 мг/кг. Между тем содержание Ni в среднесуглинистой почве ( $pH_{\text{сол}}$  7.45) участка № 3 достигало 1.1 ориентировочно допустимой концентрации (ОДК), равной 80 мг/кг, содержание Zn превышало ОДК (220 мг/кг) в 6.2 раза, а Cd (ОДК, 2 мг/кг) – в 16,4 раза. Содержание тяжелых металлов в почве Металлургического района (участок № 3, левобережье р. Миасс) по сравнению с Центральным районом (участок № 1, левобережье р. Миасс) возрастало для Cu в 2.4, Co – 1.7, Ni – 1.8, Zn - 3, Pb – 4.6, Cd – 41.4, Cr – 2.3, Mo – 1.9 и Hg – 4.4 раза. Содержание тяжелых металлов в донных отложениях р. Миасс в Металлургическом районе по сравнению с Центральным районом увеличивалось для Cu в 6.4, Co – 2, Ni – 1.6, Zn – 18.8, Pb – 12, Cd – 183.8, Cr – 4.5, Mo – 14.7 и Hg – 20.2 раза. Полученные данные показали, что нагрузка тяжелых металлов на почвенный покров прибрежной зоны и донные отложения р. Миасс возрастает по ходу ее течения через исследуемую территорию.

Проведенные исследования позволяют заключить, что в городских условиях с повышением нагрузки тяжелых металлов на почву будет возрастать риск их воздействия на человека через такую экологическую цепь как «загрязненная тяжелыми металлами почвенная пыль – органы дыхания», ведущая к хронической интоксикации организма с последующим инициированием различного рода патологии.

**М. А. Хрусталева**

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЛАНДШАФТОВ**

Экологические и социальные проблемы современных ландшафтов моренных равнин являются приоритетным научным направлением. Исследования проводились в Московском регионе, подзоне хвойно-широколиственных лесов с дерново-подзолистыми почвами. Цель исследования состояла в определении содержания, путей миграции и аккумуляции элементов, выявления источников загрязнения компонентов ландшафтов в пространственно-временном аспекте с учетом деятельности человека. Изучалось шесть видов ландшафтов: антропогенные, лесные, луговые, гидроморфные методом сопряженного ландшафтно-

геохимического анализа с отбором и последующим химическим анализом проб компонентов ландшафта. Велика роль в ландшафте атмосферной, водной и биогенной миграции. Заметим, что первое место среди загрязнителей атмосферы принадлежит автотранспорту. В результате выбросов элементов-канцерогенов из выхлопных труб автомашин (их только в Москве насчитывается около 4 млн. и плюс 450 тыс. автомашин приезжают из региона), ТЭЦ, где при сгорании топлива выделяются окислы углерода, азота, серы и токсичные (Pb, Mo, Sb, Zn, As, Cd, Se, V, Co, Cu, Sr, Ba, Ag, Sn) элементы, которые при попадании в компоненты ландшафта ухудшают их экологию. Отметим, что только одна ТЭЦ выбрасывает в воздух 0,16 кг углеводородов при сжигании 1 тонны угля. Для улучшения экологической обстановки проводят постоянные модернизации ТЭЦ. Так, ТЭЦ-16, построенную в 1955 г, реконструировали, технически перевооружили, перевели ее работу с твердого топлива на более экологически чистое – газ. Скорость ветра (8-9 м/с) способствует быстрому переносу техногенных примесей.

Наряду с выбросами из автомобилей, ТЭЦ, труб промышленных предприятий, топок-котельных, тепловых станций, загрязняют атмосферу также и автозаправочные станции, строительные площадки, незадернованные почвы и урбанизация. Значительную роль в загрязнении компонентов ландшафта играют стоки от различных предприятий, свалок, ферм, дачных кооперативов, построенных в водоохраных зонах водоемов, обработка противогололедными ( $\text{CaCl}_2$  – ХКМ – БС и его модификации) реагентами городских улиц в холодное время года. Весной в воды водохранилищ питьевого водоснабжения поступают стоки с полей, которые в результате внесения удобрений без соблюдения норм и правил, обогащены азотом и фосфором, что способствует развитию процессов эвтрофикации. Промышленные стоки концентрируют Pb, Ni, Zn, Cr, Cu, а бытовые – обогащены фосфором и детергентами. В поверхностные воды мигрируют элементы из стоков от животноводческих комплексов, обогащенные не только азотом (до 5 кг/т навоза), фосфором (до 3 кг/т), калием (до 6 кг/т), но и микроэлементами (Pb, Cu, Zn, As). Жидкий навоз крупного рогатого скота содержал такие элементы, как: K, S, Mg, P, Zn, Mg, Pb, Sr, Cu, Cr, Ni; птицеводческих — P, Ca, N, K, Zn, Mn, Sr, Pb; свиноводческих комплексов — K, Mg, S, P, Mn, Zn, Pb, Sr, Cu, V, Cr, Co. Чистоте поверхностных и подземных вод угрожает сброс неочищенных и недостаточно очищенных стоков промышленных, бытовых предприятий с содержанием загрязняющих веществ больше предельно допустимых концентраций. Поэтому для улучшения здоровья населения на предприятиях разрабатываются и повсеместно применяются инновации (новые перспективные методы) очистки сточных вод.

Интенсивная и многогранная деятельность человека в городских ландшафтах приводит к необратимым изменениям в ландшафтах. Одна из

главных проблем городов — урбанизация. При ней происходят повышение температуры воздуха, уменьшение скорости ветра, загрязнение почв, застройка, сокращение площади зеленых насаждений, обуславливающих поступление в ландшафт техногенных примесей и отходов производств.

Впервые в столице проводилось всенародное обсуждение Генплана развития Москвы на период до 2025 г. В нем одной из главных задач является создание комфортных условий проживания для москвичей. После внесения поправок план был одобрен и принят в мае 2010 г.

Правительство Москвы уделяет большое внимание чистоте атмосферы в городе и ликвидации пробок. Для разгрузки дорог, увеличения скорости движения в столице построили третье транспортное кольцо и с 2008 г. строят четвертое и хордовые трассы — Северной и Южной рокад, которые обеспечат связь периферийных районов города. Вначале сдадут в эксплуатацию 1 участок 4 транспортного кольца, расположенный между шоссе Энтузиастов и Измайловским проспектом. Полностью движение по кольцу планируется открыть в 2013 г. Для уменьшения вредных выбросов будут переводить автотранспорт с заправки этилированным бензином и мазутом на более экологичное топливо, соответствующее стандартам «Евро-3». Этот стандарт на легковые автомашины, согласно принятому в Москве в апреле 2010 г. закону, будет введен досрочно (ранее чем 1 января 2011 г.). Переход на «Евро-4» может произойти с 2012 г., а на «Евро-5» — с 2015 г. Итак, для улучшения экологии необходимы инновации по обезвреживанию выбросов, стоков, создание биогеохимических барьеров и режимного мониторинга.

**Э. В. Часова, Л. Д. Ермак, В. В. Ивчук**

Криворожский технический университет, кафедра химии, Украина

### **ВЛИЯНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭМИССИЙ ПРЕДПРИЯТИЙ КРИВБАССА НА ЭКОЛОГИЮ РЕГИОНА**

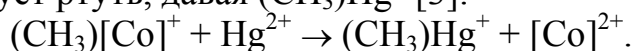
В связи с размещением в границах Кривого Рога мощной горно-металлургической промышленности город является одним из немногих регионов в Европе, которые стоят на пороге экологического кризиса. По данным государственной статистической отчетности, количество выбросов загрязняющих веществ в 2006 г. составило около 577 тыс. тонн. Водный бассейн города имеет значительную техногенную нагрузку. В 2006 г. предприятиями города в поверхностные воды сброшено 143,1 млн. м<sup>3</sup> сточных вод. Проблема деградации окружающей среды в значительной мере связана с отрицательным воздействием неорганических веществ,



среди которых наибольшую экологическую опасность создают металлы и их соединения [6, 10]. Активность металлов как ядов в значительной мере зависит от формы, в которой они попадают в организм. Так, мышьяк токсичен в степени окисления +3 и практически нетоксичен в степени окисления +5. А соединение мышьяка  $(\text{CH}_3)_3\text{As}^+\text{CH}_2\text{COO}^-$  вообще неядовито и содержится в тканях некоторых морских ракообразных и рыб, откуда он поступает в организм человека [7].

Суточная потребность в цинке составляет 10 – 15 мг, но бóльшие дозы уже отрицательно сказываются на организме. Однако ион  $\text{Zn}^{2+}$  хорошо комплексуется фосфатными группами, отщепляемыми от нуклеиновых кислот и липидов. В результате ион  $\text{Zn}^{2+}$  переходит в малоядовитую форму и легко выводится из организма [5].

Ртуть не оказывает отрицательного действия на организм в виде одновалентных соединений. Так, каломель ( $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ ) почти нетоксична, но в степени окисления +2, как и пары ртути, оказывает токсическое действие. Опасные соединения ртути обнаруживаются во всех трех средах обитания живых организмов. Сами живые организмы способствуют эффективному транспорту этого ядовитого элемента из одной среды в другую. Установлено, что кофермент метилкобаламин ( $\text{CoC}_{63}\text{H}_{91}\text{N}_{12}\text{O}_{14}\text{P}$ ) в живых организмах метилирует ртуть, давая  $(\text{CH}_3)\text{Hg}^+$  [3]:



$(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$  – жирорастворимое вещество, способное попадать в организм человека не только через пищевой тракт, но и через дыхательные пути и просто через кожу, проникая через стенки клеток. Время жизни этого соединения в живой клетке составляет около 70 дней, что обуславливает длительное токсическое воздействие [2; 3].

Свинец относится к наиболее известным ядам. Токсичность свинца обусловлена связыванием его с дисульфидными группами ферментов. Предполагают, что в малой концентрации свинец угнетает ряд ферментов на нескольких стадиях синтеза гема, использования железа и синтеза глобина в эритроцитах. Ингибирование активности дельта-аминолевуленатдегидрогеназы (АЛДГ) и гемсинтетазы происходит в результате блокирования сульфгидрильных групп этих ферментов, что приводит к накоплению субстратов этих ферментов (дельта-аминолевулиновой кислоты (ДАЛК) и протопорфирина (ПП)), что и характерно для свинцового отравления человека. Повышение выделения копропорфирина (КП) с мочой также является характерным признаком отравления свинцом. В результате перечисленного влияния свинца наблюдаются: сокращение количества гемоглобина, а вместе с ним и эритроцитов (свинцовая анемия), появление базофильной зернистости в эритроцитах, увеличение количества ДАЛК в сыворотке, порфирина в эритроцитах и КП в моче; рост сывороточного железа (известно, что негемовое железо (в составе ферритина и железосодержащих мицелл)

накапливается в красных кровяных клетках с поврежденными митохондриями и другими клеточными фрагментами, отсутствующими в нормальных зрелых эритроцитах) [1; 7].

Тяжелый металл кадмий вообще является одним из самых опасных токсикантов. Доза в 30-40 мг смертельна. Выводится из организма очень плохо, лишь 0,1 % в сутки. Ранними симптомами отравления кадмием являются поражение почек и нервной системы, белок в моче, нарушение функции половых органов (воздействие на семенники), острые костные боли в спине и ногах. Кроме того, кадмий вызывает нарушение функции легких и обладает канцерогенным действием, накапливается в почках (содержание 0,2 мг Cd на 1 г массы почек вызывает тяжелое отравление). Причиной попадания кадмия в пищевые цепи являются промышленные газообразные выбросы. Человек получает кадмий в основном с растительной пищей, так как он легко усваивается растениями из почвы (до 70%). Источники загрязнения кадмием: сжигание каменного угля (1 тонна угля содержит 2 г кадмия); фосфатные удобрения; отходы производства пластмасс; почки животных [4].

Находящиеся в экосистемах вредные для здоровья человека различные агенты вызывают у него сложные патологические реакции. Статистические данные свидетельствуют о том, что в г. Кривом Роге сложилась неблагоприятная обстановка по онкологическим заболеваниям, которым подвержены лица трудоспособного возраста. Пик заболеваемости рабочих приходится на взрослую группу 40 – 49 лет у мужчин и женщин во всех горячих производствах. Весьма высок уровень заболеваемости мужчин в возрасте 20 – 29 лет – 294,1 % (коксохимическое производство); женщин в возрастной группе 30 – 39 лет – 57,7 % (производство горячего проката). Характерно, что в контрольном производстве заболеваемость раком легких нарастала с возрастом, в горячих производствах пик заболеваемости установлен в более молодом возрасте. Риск развития опухоли высок и статистически достоверен у мужчин агломерационного производства – 7,0 (2,9 – 4,9), в коксохимическом – 2,5 (1,3 – 2,3), в цехе внутризаводского железнодорожного транспорта – 4,0 (3,4 – 5,4), в литейном производстве – 4,5 (1,2 – 4,6); несколько ниже у мужчин в производстве горячего проката – 2,0 (0,8 – 1,2). У женщин в сталеплавильном производстве риск развития заболевания раком легкого 20,0 (1,7 – 5,6), в агломерационном производстве и в производстве горячего проката – 5,0 (0,8 – 1,2). У мужчин риск развития опухоли достоверно нарастал с увеличением стажа работы (время экспозиции к факторам), максимальным установлен в стажевой группе 20 – 24 года. У женщин все случаи рака легкого зарегистрированы среди лиц, проработавших 15 – 19 лет [6].

Выход из создавшейся ситуации заключается в комплексном решении, по крайней мере, двух проблем: первая из них решается на

уровне государства (региона) и заключается в оздоровлении окружающей среды; решение второй проблемы состоит в проведении эффективных индивидуальных методов профилактики влияния вредных экологических факторов.

### Литература

1. Белицкая Э.Н. Особенности загрязнения атмосферного воздуха промышленного региона // Врачебное дело. 1996. № 5 6. С. 73-76.
2. Губерский Ю.Л., Рахманин Ю.А., Лещиков В.А. Экология жилой среды: проблемы и перспективы // Гигиена и санитария. 2003. № 2. С. 9-13.
3. Левановский Д.А. Соединения металлов в живой природе // Соросовский образовательный журнал. 1997. № 9. С. 48-50.
4. Лужников Е. А. Клиническая токсикология. - М.: Медицина, 1982. - 216с.
5. Внешняя среда и здоровье человека / Н.М. Паранько, Н.Г.Карнаух, С.Г. Ситало, Н.И. Рублевская. Дніпропетровськ: Журфонд, 2006. 108с.
6. Паранько Н.М., Белицкая Э.Н. Вопросы техногенного загрязнения атмосферного воздуха Приднепровского региона // Метагигиена-93: тез. докл. Украинской научно-практической конференции, 27-28 мая 1993. Киев, 1993. С. 31.
7. Телитченко М.М., Остроумов С.А. Введение в проблемы биохимической экологии. М.: Мир, 1982. 420 с.

**Р.С. Чурюкин, Т.А. Горшкова, О.А. Карагузова**

Обнинский институт атомной энергетики (ИАТЭ) Национального  
исследовательского ядерного университета «МИФИ»

### **СТАБИЛЬНОСТЬ РАЗВИТИЯ У *TILIA CORDATA* И *MAIANthemum BIFOLIUM* В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

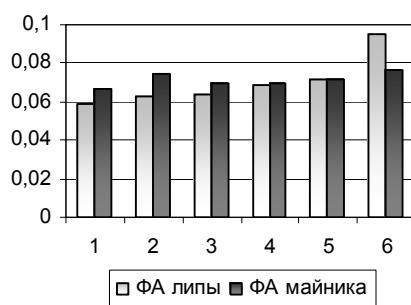
Оценка флуктуирующей асимметрии (ФА) является доступным и быстрым методом определения стабильности развития живых организмов, показателем, насколько «хорошо» или «плохо» живет организм в сообществе [1]. Однако в некоторых случаях интегральность этого показателя становится минусом данного метода, поскольку он не может обнаружить, на какое именно воздействие организм реагирует асимметричным изменением своих структур. Поэтому для применения метода оценки ФА с целью определения ответа растений на конкретное изменение среды необходим тщательный подбор сходных условий в опыте и контроле с различием в один фактор. При этом хорошим свидетельством справедливости оценки состояния сообщества в данных условиях будет сходная реакция разных индикаторных видов. В представленной работе была осуществлена попытка оценки стабильности развития липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) и майника двулистного (*Maianthemum bifolium* L.) в условиях радиационного загрязнения и на контрольных территориях. Районом исследования был выбран Государственный природный заповедник «Калужские засеки» Ульяновского

района Калужской области, где после выпадения радиоактивных осадков весной 1986 г. есть участки с плотностью загрязнения до 5 Ки/км<sup>2</sup> и более чистые территории. Остальные формы антропогенного воздействия здесь сведены к минимуму. Летом 2010 г. на территории заповедника были обследованы несколько учетных площадей (точек), сходных по типу почвы, составу и структуре растительных сообществ и различающиеся по уровню радиационного фона.

На каждой точке брали листья с 7-10 экземпляров подроста *Tilia cordata* на высоте 1–1,5 м (50 листьев на точку, 6 измерений у листа) и листья *Maianthemum bifolium* (30 листьев на точку, 5 измерений). На высоте 1 м измеряли уровень ионизирующей радиации с помощью дозиметра Radix QUARTA. В каждой точке брали почвенные пробы – по 1 кг на точку (прикопки на глубину 25 см, взятые по методу конверта) для дальнейшего исследования содержания <sup>137</sup>Cs на полупроводниковом  $\gamma$ -спектрометре.

Полученные данные по ФА переводили в классы качества среды и трактовали следующим образом (по А.Б. Стрельцову, [2]; классификация разработана для березы бородавчатой): ФА менее 0,055 – 1 класс – чисто; ФА от 0,056 до 0,060 – 2 класс – относительно чисто; ФА от 0,061 до 0,065 – 3 класс – загрязнено; ФА от 0,066 до 0,070 – 4 класс – грязно; ФА больше 0,070 – 5 класс – очень грязно. Проведенное несколько лет назад М.М. Рассказовой исследование зависимости ФА липы от рекреационной нагрузки [3], показало заметное повышение индекса ФА (до 0,071) на участках с рекреационными изменениями в отличие от фоновой зоны, где индекс ФА не превышал 0,051. Следовательно, липа реагирует на антропогенную нагрузку подобно березе, что, возможно, касается и реакции на радиационное загрязнение, поэтому данное деление по классам было принято нами как справедливое для *Tilia cordata*.

Анализ результатов показал существование тенденции зависимости индекса ФА листьев липы и, соответственно, класса качества среды от уровня радиационного фона, а также индекса ФА листьев майника от удельной активности <sup>137</sup>Cs в почве (коэффициенты корреляции составляют соответственно 0,46 и 0,47). Данные по ФА, полученные по листьям обоих видов растений, взятых с одних и тех же учетных точек, коррелируют между собой, что видно на рисунке. Коэффициент корреляции составляет 0,68.



Сравнение показателей флуктуирующей асимметрии листьев у двух видов растений – *Tilia cordata* и *Maianthemum bifolium* на одних и тех же учетных точках

Данное исследование было предварительным. Полученные данные и тенденции свидетельствует о вероятной пригодности данных растений в качестве биоиндикаторов радиоактивного загрязнения после проведения серии уточняющих исследований.

### Литература

1. Здоровье среды. Региональное учебно-методическое пособие / А.Б. Стрельцов, Е.Л. Константинов, В.М. Захаров и др. Калуга.: Изд-во КГПУ им. К.Э. Циолковского, 2006. 40 с.
2. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студ. вузов / О.П. Мелехова, Е.И. Егорова, Т.И. Евсеева и др.; под ред. О.П. Мелеховой и Е.И. Егоровой. М.: Изд. центр «Академия», 2007. 288 с.
3. Рассказова М.М. Оценка состояния некоторых лесных фитоценозов в условиях рекреационной нагрузки: автореф. дис.... канд. биол. наук. Калуга, 2006. 32 с.

**О.В. Шергина, Т.А. Михайлова**

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН,  
г. Иркутск

### **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ГОРОДСКИХ ЛЕСОВ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ**

Городские леса – наименее защищенная и подвергающаяся наибольшему антропогенному воздействию категория лесов России [1]. Согласно Лесному кодексу РФ (2006, № 200–ФЗ), к категории городских лесов относятся территории, расположенные на землях городских поселений, предназначенные для сохранения благоприятной экологической обстановки для населения. В то же время, в кодексе в должной мере не рассматриваются вопросы использования, охраны и защиты городских лесов.

Интенсивное развитие городов за последние десятилетия привело к значительному усилению неконтролируемого антропогенного воздействия на городские леса и снижению их природоохранного потенциала. Известно, что в условиях городов леса имеют огромное экологическое значение, выполняя незаменимую функцию биологического стабилизатора окружающей среды. Городские леса нейтрализуют выбросы промышленных предприятий и автотранспорта, снижают шумовое воздействие, улучшают состояние здоровья населения, неопределима их эстетическая роль. Поэтому необходима адекватная оценка состояния и степени нарушенности городских лесов по параметрам основных

средообразующих и средозащитных компонентов – растительности и почвенного покрова.

Комплексные исследования состояния лесов проводились в пределах городов Восточной Сибири: Иркутска, Ангарска, Усолья-Сибирского, Тайшета. Урбоэкосистемы характеризуются сложной экологической ситуацией, которая во многом обусловлена специфическими природными условиями, определяющими пониженную устойчивость этих территорий к воздействию техногенных эмиссий, и нерациональным отношением к природным ресурсам. Так, в Иркутской области только в 2008 г. был создан отдел по городским лесам с полномочиями муниципального контроля и надзора [2].

Обследованные урбанизированные территории расположены в зоне подтаежных сосновых и березово-сосновых травянистых лесов, почвенный покров представлен преимущественно серыми лесными и дерново-подзолистыми супесчаными и суглинистыми почвами. Для оценки нарушенности городских лесов исследовались визуальные и морфоструктурные параметры древесных растений, морфологические и физические свойства почв, состояние травяного покрова, содержание химических элементов в хвое (листьях) деревьев, токсикологические параметры почвенных горизонтов. Объектами исследования служили серые лесные почвы, древесные породы: сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) и береза повислая (*Betula pendula* Roth), травяной покров. Все лабораторные и полевые исследования выполнялись в соответствии с международной методикой ICP Forests.

При натурном изучении городских лесов выявлены существенные антропогенные изменения. Мезорельеф, как правило, среднезападинный, обнаруживаются рытвины, ямы, следы от кострищ, дорожно-тропиночная сеть составляет 30–50%, захламленность почвы – до 30%. Наиболее распространенный тип городских лесов на обследованной территории – сосняк разнотравный с примесью березы, осины, лиственницы. Древостои сосны в большинстве случаев средневозрастные (60–80 лет), одноярусные, средние по высоте (16–20 м), не густые (полнота 0,3–0,4). В комлевой части стволов деревьев представлены единичные группировки лишайников и мхов. Подрост образован мелколиственными породами, с единичными экземплярами сосны в угнетенном состоянии. Кустарниковый ярус редкий, его образуют *Crataegus sanguinea* Pallas, *Rhododendron dauricum* L., *Rosa acicularis* Lindley, *Sambucus* sp. Обнаружено, что в городских лесах часто встречаются ослабленные деревья со всевозможными механическими повреждениями, которые способствуют распространению фитопатогенов. У деревьев березы листья поражаются возбудителями *Gloeosporium betulae*, *Microsphaera betulae*, а на деревьях сосны наблюдается пожелтение хвои, вызванное различными видами микромицетов (например, *Lophodermium pinastri*). При изучении травяного

покрова также регистрируются выраженные изменения его характеристик. Травостой, как правило, средний по высоте, негустой, неоднородный, проективное покрытие 60–70%, общая численность видов колеблется от 17 до 23, при этом доля лесных видов составляет 65%, доля сорных видов может достигать 20–30%. Видами-доминантами являются: *Carex sp.*, *Poa pratensis*, *Trifolium pratense*, *Ranunculus sceleratus*, *Polygonum aviculare*, *Achillea millefolium*, *Plantago depressa*, *Carum carvi*, *Phleum pratense*.

Установлено, что существенным фактором ухудшения условий произрастания деревьев и травянистых растений служит изменение эдафических условий. В результате увеличения рекреационной нагрузки происходит уплотнение верхних горизонтов почв до 1,5 раз; на 20–30% возрастает доля антропогенных включений; до 2 раз уменьшается мощность лесной подстилки; на 35% снижается порозность и аэрация почв, в 1,5–2 раза уменьшается их влажность. Обнаружено, что уплотнение почв приводит к появлению в составе травостоя рудеральных видов с мощной мочковатой корневой системой, в результате чего подземная биомасса увеличивается в сравнении с надземной в 1,5–2 раза.

О значительной степени трансформации лесов в урбоэкосистемах можно судить по изменению морфоструктурных и визуальных параметров деревьев. Так, для сосны выявлено повышение уровня дефолиации крон до 50%, увеличение площади некрозов хвои до 20%, уменьшение массы хвои на побегах и ее длины в 1,5–2 раза, уменьшение количества пар хвоинок в 1,5–2 раза, сокращение длины побегов второго года жизни в 1,5–2,5 раза, сокращение продолжительности жизни хвои до 2–3 лет.

Показано, что в городских лесах наряду с высокой рекреационной нагрузкой определяющим негативным фактором служит техногенное загрязнение атмосферного воздуха и почв. Обнаружено, что лесные почвы проявляют повышенную фитотоксичность по отношению к прорастанию семян. Уровень подвижных форм серы и натрия в верхних горизонтах почв увеличивается по сравнению с фоном до 3 раз, свинца – до 4,5 раза, кадмия, цинка, железа – до 3,5 раза, меди – до 5 раз. Высокое содержание поллютантов регистрируется на разной глубине почвенного профиля, особенно в верхних гумусовых горизонтах и текстурных иллювиальных.

Доказано, что негативное воздействие на питательный статус деревьев элементы-загрязнители оказывают как путем прямого фолиарного поглощения их растениями, так и косвенного, через загрязнение почв. О существенном загрязнении древесных растений свидетельствует накопление в хвое и листьях серы (до 2,5 раза выше фонового уровня), свинца (до 5 раз), кадмия (до 3,5 раза), ртути (до 2 раз), меди (до 3 раз), железа (до 4,5 раза). Также обнаружено, что подвижные формы тяжелых металлов и серы способны изменять миграционную способность и доступность обменных катионов почвенного поглощающего комплекса для корневых систем растений, что приводит к изменению

содержания основных биогенных элементов и их дисбалансу в ассимилирующей фитомассе деревьев.

Результаты проведенных комплексных исследований позволяют адекватно оценить современный уровень антропогенных изменений в городских лесах и разработать обоснованные рекомендации и мероприятия, касающиеся сохранения и восстановления функциональной эффективности рекреационных зон.

### Литература

1. Шутов, И.В. Остановить деградацию лесного хозяйства России. М.: «Лесная страна», 2007. 227с.
2. О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2008 году: Государственный доклад. Иркутск: Министерство природных ресурсов и экологии Иркутской области, 2009. 410 с.

**Е.В. Юркина, Д.В. Юркин, Е.М. Ефремова**

Сыктывкарский лесной институт

### **ФАКТОРЫ ДЕСТАБИЛИЗАЦИИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УРБОЭКОСИСТЕМАХ г. СЫКТЫВКАРА**

Проблема озеленения больших городов, в частности столицы Республики Коми г. Сыктывкара, проявляется в сокращении площади озелененных территорий, неудовлетворительном состоянии имеющихся зеленых насаждений, низкой мотивации озеленителей к качеству выполняемых работ, дотационности этого направления эколого-экономической политики городов. Все это приводит к недостаточной эффективности озеленительных работ. До настоящего времени в городе не проводилась инвентаризация зеленых насаждений с оценкой характера роста и развития как местных, так и интродуцированных видов, устойчивости их к комплексу неблагоприятных факторов и перспективности использования в озеленении. Кроме того, в последние 15-20 лет ассортимент растений не пересматривался, хотя экологическая ситуация в городе претерпела за этот период значительные изменения. В настоящее время на территории столицы Республики Коми начаты работы по созданию общей электронной карты древесной и кустарниковой растительности. Для осуществления этого в 2009 – 2010 гг. более 100 студентов специальности «Лесное хозяйство», аспирантов и преподавателей Сыктывкарского лесного института осуществляли инвентаризацию городских зеленых насаждений города. Собиралась информация по выявлению территорий высокой природоохранной



ценности (ООПТ, ботанические сады, лесные фрагменты растительности и др.), определении степени поражения растений болезнями и вредителями, а также антропогенными факторами.

Общая площадь Сыктывкара составляет 152 км<sup>2</sup>. На его территории располагается около 30 промышленных предприятий, выбрасывающих отходы в окружающую среду. Среди них такие промышленные гиганты как Монди Сыктывкарский ЛПК – один из крупнейших производителей целлюлозно-бумажной продукции в России. Имеются картонное производство, гидролизно-дрожжевой завод, лесопильно-деревообрабатывающий комбинат, мебельное МПО «Север», фабрика по выработке нетканых материалов и другие производственные объединения. Основным источником загрязнения воздуха является лесопромышленный комплекс, расположенный вблизи жилых массивов г. Сыктывкара. Суммарный выброс данного предприятия составляет более 18000 т загрязняющих веществ в год. В их состав входят CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> и неорганическая пыль. ЛПК является единственным значительным источником выбросов метилмеркаптана. Данное вещество оказывает вредное воздействие на леса, окружающие город, и особенно на хвойные молодняки. Наблюдаются угнетение роста деревьев, некроз кончиков хвои, снижение интенсивности фотосинтеза и др.

Помимо атмосферных выбросов, серьезным источником неблагополучия растений в городе является почва. Избыток элементов, вызванный техногенным загрязнением почв, тоже приводит к хроническому ослаблению жизнеспособности растений, особенно хвойных. Природные почвы сохранились фрагментарно, главным образом по периферии города и частично – в крупных парках его средней части. Одной из главных отличительных черт городских почв является их засоление, вызванное применением противогололедных солей.

Городские экосистемы имеют свои особенности, отличающие их от природных лесных. Факторы городской среды воздействуют на сроки прохождения растениями фенофаз и продолжительность вегетационного периода. Неблагоприятные факторы городской среды являются причиной изменения крон, ранней суховершинности и подобных нарушений. Сильнее всего страдает от ядовитых примесей в воздухе городов Севера сосна обыкновенная. Она нередко гибнет в рядовых уличных посадках на автомагистралях, и лучше чувствует себя в лесопарках или на участках вдали от промышленных зон. Хорошо показали себя сосна сибирская и Веймутова сосна, лиственница сибирская, но и эти хвойные, кроме лиственницы не переносят сильной задымленности и загазованности воздуха, поэтому кедр обычно не высаживают в неблагоприятных местах.

Средняя сохранность древесных и кустарниковых насаждений в столице составляет 92-98 %. Парки лучше приспособляются к загрязнению, что в целом выделяет их среди других видов озеленения как

наиболее экологически благополучные и устойчивые системы. Основные типы заболеваний, с которыми можно встретиться: корневая губка, некрозы, мучнистая роса, шютте, гниль и др. Наиболее опасны для жизни деревьев корневые гнили, разрушающие древесину корней и способствующие их ветровалу. Повреждение насекомыми приводит к ряду изменений в зеленых насаждениях, вызывают потерю прироста, ослабление и гибель. В списке главных насекомых – вредителей городских посадок – различные виды тлей, черемуховая горностаевая моль, жуки долгоносики и листоеды. Очевидно, что зеленые карты города помогут в составлении приемлемых схем озеленения, а эколого-экономический механизм управления данной системой должен строиться исходя из этих показателей.

## СОДЕРЖАНИЕ

### Секция 1

Методология экологического мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды.....	3
<b>Аветисян М.Г., Ревазян Р.Г.</b>	
Экотоксикологическая характеристика содержания тяжелых металлов в атмосферных осадках г. Еревана.....	3
<b>Агилова Ю.Н., Григорьев Ю.С.</b>	
Метод биотестирования токсичности вод на рачках цериодафний в условиях вращения тест-культур.....	6
<b>Адельшин Р.Ф., Владимирцева И.В.</b>	
Экологическое состояние прудов г. Волгограда .....	8
<b>Бабаева М.И., Рогачева С.М.</b>	
Технология биофизического мониторинга в определении устойчивости организма к гелиогеофизическим факторам в условиях дополнительной антропогенной нагрузки.....	11
<b>Бактыбаева З.Б.</b>	
Содержание тяжелых металлов (цинка и меди) в воде реки Карагайлы (Республика Башкортостан).....	13
<b>Балдина Е.А., Грищенко М.Ю.</b>	
Изучение теплового загрязнения городов по тепловым снимкам LANDSAT-7/ETM+ (на примере Москвы).....	15
<b>Баранова Е.В., Полякова А.В.</b>	
Изучение антибактериальной активности штамма <i>Pseudomonas aureofaciens</i> , выделенного из промышленной зоны городских почв.....	18
<b>Безруков М.Е., Галунова О.И.</b>	
Взаимосвязь интегральных гидрохимических и экотоксикологических показателей.....	21
<b>Безруков М.Е., Прошагина Ю.А.</b>	
Влияние внешних факторов среды на изменение токсичности приоритетных загрязняющих веществ в процедуре биологического тестирования.....	22
<b>Битюкова В.Р.</b>	
Оценка территориальной структуры загрязнения регионов Поволжья .....	24
<b>Бородина Н.А.</b>	
Оценка загрязненности атмосферы малых городов .....	27
<b>Бочкарева Е.А., Беляченко А.А.</b>	
Химический состав и качество воды малых рек окрестностей крупных населенных пунктов .....	30
<b>Ваганов А.С., Ваганова Е.С., Климов Е.С.</b>	
Содержание тяжелых металлов в тканях и органах леща Куйбышевского водохранилища.....	32

<b>Ваганова Е.С., Ваганов А.С., Давыдова О.А.</b>	
Мониторинг влияния жесткости воды на распределение тяжелых металлов в водных экосистемах.....	34
<b>Висич В.А., Олькова А.С.</b>	
Оценка интегральной токсичности почв урбанизированных территорий в острых и хронических тестах .....	36
<b>Гаврицкова Н.Н., Гордеева Т.Х.</b>	
Разнообразие и структура фитофильных микромицетов древесных пород в различных экологических ситуациях г. Йошкар-Олы .....	38
<b>Герасимов Ю.Л., Дюжаева И.В., Солодкая А.В.</b>	
Членистоногие прудов на ул. Ново-Садовой (г. Самара) в 2010 году .....	41
<b>Горовцов А.В.</b>	
Микробиологические показатели урбаноземов как перспективная система мониторинга состояния городской среды .....	44
<b>Донских В.А.</b>	
Биогеохимические особенности камовых ландшафтов Ленинградской и Псковской областей.....	47
<b>Еремеев И.С., Марчук С.В.</b>	
Мониторинг хранилищ токсичных загрязнений в условиях возможных природных катаклизмов.....	50
<b>Жирнихина И.А.</b>	
Оценка засоленности почв на организменном уровне.....	52
<b>Зокиров Р.С., Хомидов Я.Р.</b>	
Оценка видового состава древесных насаждений г. Худжанда.....	55
<b>Зуев В.С.</b>	
Дополнения к методологии диагностики почв и природно-техногенных образований (ПТО) категориями взаимосвязей признаков.....	57
<b>Казаченко М.В., Павлова Н.Н.</b>	
Исследование микробиологических свойств почв в районе хранилища радиоактивных отходов г. Обнинска .....	59
<b>Калманова В.Б., Матюшкина Л.А., Нарбут Н.А.</b>	
К вопросу об обосновании системы критериев и показателей оценки экологического состояния городов Приамурья .....	61
<b>Касимов Н.С., Кошелева Н.Е., Власов Д.В.</b>	
Оценка загрязнения тяжелыми металлами снежного покрова в восточном округе г. Москвы.....	64
<b>Киреева Н.А., Григориади А.С., Лопатин Н.В.</b>	
Мониторинг почв, загрязненных нефтепродуктами, по показателям микробиологической активности .....	69
<b>Клишко О.К.</b>	
Биогеохимический метод в экологическом мониторинге и прогнозировании состояния водных экосистем .....	72
<b>Колесникова Е.В., Маслова А.В., Килина М.О.</b>	
Комплексная оценка качества природных вод по гидрохимическим показателям в российской и зарубежной практике.....	75

<b>Корбут В.В.</b>	
Птицы – индикаторы состояния среды обитания.....	77
<b>Кошелева Н.Е., Касимов Н.С., Никифорова Е.М.</b>	
Современное эколого-геохимическое состояние почв Москвы .....	79
<b>Краснова Д.И., Дячук О.А., Мельников А.Г., Наумова Е.В., Мельников Г.В.</b>	
Люминесцентные методы определения экотоксикантов в биологических средах .....	85
<b>Крушель Е.Г., Степанченко И.В.</b>	
Информационная система экологического мониторинга атмосферного воздуха небольшого города .....	88
<b>Кузьменкова Н.В., Тимофеев И.В., Кошелева Н.Е.</b>	
Пространственное распределение радионуклидов в почвах г. Озерска (Челябинская область).....	91
<b>Курсков С.Н., Расстегаев О.Ю., Чупис В.Н.</b>	
Метод масс-спектрометрии индуктивно-связанной плазмы в сравнительном анализе питьевых вод различного происхождения .....	94
<b>Кхатаб З.С., Сазыкина М.А., Новикова Е.М., Сазыкин И.С., Сазыкина М.И.</b>	
Токсичность воды родников г. Ростов-на-Дону (2009 г.).....	96
<b>Лущай Е.А., Журавлева Л.Л., Иванов Д.Е.</b>	
Система биомониторинга опасных промышленных предприятий.....	98
<b>Макаренко Т.В.</b>	
Содержание тяжелых металлов в донных отложениях водоемов Гомеля.....	100
<b>Максимович Н.Г., Хайрулина Е.А.</b>	
К оценке экологического состояния подземных вод лесопарковой зоны города .....	102
<b>Маркина Т.А., Тихомирова Е.И., Бобырев С.В., Угланов Н.А., Абросимова О.В.</b>	
Разработка IT-методологии мониторинга состояния водных экосистем региона .....	105
<b>Напрасникова Е.В.</b>	
Оценка экологического состояния почв промышленных городов Восточной Сибири .....	107
<b>Николайчук А.М., Шобанова И.А.</b>	
Влияние городской среды на морфометрические параметры ассимиляционного аппарата лиственных древесных растений .....	109
<b>Носова О.А., Кичигин О.В.</b>	
Мониторинг содержания тяжелых металлов в волосах людей, проживающих в районе Курской области с различной степенью загрязнения .....	111
<b>Овчаренко А.А., Кузьмичев А.М.</b>	
Мониторинг состояния дубрав Прихोперья .....	113
<b>Павлова Н.Н., Дмитриева Н.В., Кулиш Ю.В.</b>	
Ферментативная активность почв в районе хранилища радиоактивных отходов г. Обнинска .....	115
<b>Пак Л.Н., Бобринев В.П.</b>	
Мониторинг лесного фонда Забайкальского края, прогноз, предложения по охране и защите лесов .....	117

<b>Пестрякова Л.А., Ушницкая Л.А., Городничев Р.М.</b>	
Программа геоэкологического мониторинга озер города Якутска .....	120
<b>Петряхина Е.В., Селезнева А.В.</b>	
Анализ пространственного распределения фосфатной нагрузки в бассейне Средней и Нижней Волги.....	123
<b>Плотникова О.М., Григорович М.А., Евдокимов А.Н.</b>	
Экотоксикологический мониторинг в районе расположения объекта уничтожения химического оружия в г. Щучье Курганской области .....	125
<b>Рахуба А.В.</b>	
Особенности мониторинга качества воды в районе водозабора г. Самара .....	126
<b>Сазыкина М.А., Новикова Е.М., Кхатаб З.С., Бураева Е.А., Сазыкин И.С., Сазыкина М.И.</b>	
Детекция токсичных веществ в представителях бриофлоры, лишенофлоры и микофлоры при помощи бактериальных lux-биосенсоров .....	128
<b>Седловская С.М., Денисова С.И.</b>	
Использование дубового шелкопряда ( <i>Antheraea pernyi</i> g.-m.) для прогнозирования состояния окружающей среды .....	130
<b>Селифонова Е.И., Чернова Р.К., Снесарев С.В., Селифонов А.А.</b>	
Экспрессное определение металлов в объектах окружающей среды с помощью рентгенофлуоресцентной системы XRF x-5000 .....	132
<b>Селюков И.В.</b>	
Радиационно-экологический мониторинг почвенного покрова г. Димитровграда .....	134
<b>Соловьева Е.С., Ашихмина Т.Я., Широких И.Г.</b>	
Оценка химического загрязнения урбоноземов г. Кирова .....	136
<b>Сорокина Г.А., Лебедева В.П.</b>	
Биоиндикация атмосферного загрязнения с использованием древесных растений.....	139
<b>Сорокина О.И., Голованов Д.Л., Кошелева Н.Е.</b>	
Особенности загрязнения снежного покрова под воздействием топливно-энергетического комплекса (г. Улан-Батор) .....	141
<b>Сорокотягина Л.А.</b>	
Экологический анализ изменчивости рисунка переднеспинки клопа-солдатика в региональной системе биоиндикации.....	145
<b>Стенно Е.В., Баканина М.А., Гилева О.В.</b>	
Биомониторинг для оценки характера и тяжести воздействия тяжелых металлов.....	148
<b>Трояновская Е.С., Юдина Ю.В., Абросимова О.В., Тихомирова Е.И.</b>	
Сравнительный анализ оценки токсичности почв г. Саратова с использованием разных биотест-объектов .....	151
<b>Турлибекова Д.М.</b>	
Содержание тяжелых металлов в почвах парков города Орска в 2010 году .....	154
<b>Угланов Н.А., Тихомирова Е.И., Бобырев С.В., Маркина Т.А.</b>	
Актуальность разработки методологии прогнозирования хозяйственного значения водного объекта в зависимости от изменения его конфигурации.....	156
<b>Федорова С.Ж.</b>	

Эктопаразиты грызунов г. Бишкека как индикаторы экологической ситуации .....	158
<b>Хайбрахманов Т.С.</b>	
Использование космических снимков для экологического мониторинга городской территории .....	161
<b>Хорькова А.В., Субботин М.А.</b>	
Действие тяжелых металлов при различной температуре на замедленную флуоресценцию ряски малой .....	163
<b>Чагина Н.Б., Агафонова О.А.</b>	
Физико-химическая оценка экологического состояния воздушной среды г. Архангельска .....	165
<b>Черноусова Н.Ф., Толкачев О.В.</b>	
Влияние рекреации и азротехногенного загрязнения на некоторые морфофизиологические признаки малой лесной мыши ( <i>A. uralensis</i> Pallas, 1811) .....	168
<b>Чернышев А.В.</b>	
Методика выделения рациональных границ водоохранных территорий речных водосборов как инструмент управления водными ресурсами .....	171
<b>Шарипова М., Мустафаева М.</b>	
Биоиндикаторность водорослей биологических прудов очистительных сооружений г. Бухары .....	174
<b>Секция 2</b>	
Экологические, экономические и социальные проблемы загрязнения окружающей среды .....	177
<b>Авдеева Е.В., Черникова К.В.</b>	
Специфика микроклиматических условий урбанизированных ландшафтов .....	177
<b>Адамович Т.А., Скугорева С.Г.</b>	
Содержание нитратов и нитритов в растениях в зоне влияния Кирово- Чепецкого химического комбината .....	180
<b>Алыбаева Р.А.</b>	
Скрининг генотипов озимой пшеницы для выявления металлоустойчивых форм .....	183
<b>Алыбаева Р.А., Кенжебаева С.С.</b>	
Исследование накопления тяжелых металлов в семенах озимой пшеницы в техногенном агроценозе .....	186
<b>Андреева О.С., Кипреева Н.Б.</b>	
Антропогенное загрязнение компонентов природной среды города Новокузнецка .....	189
<b>Ахмадиев Г.М., Ахмадиева М.Г., Ахмадиева Л.Г.</b>	
Экологические и морфофизиологические основы оценки и прогнозирования устойчивости человека и животных .....	191
<b>Бокова Т.И.</b>	
Новые технологии производства экологичных продуктов питания общего, специального назначения .....	194
<b>Васильцова И.В., Бокова Т.И.</b>	
Проблемы загрязнения растительные сырья антропогенными загрязнителями....	197
<b>Верякина М.А.</b>	
Проблемы загрязнения атмосферного воздуха в Нижегородской области .....	200

<b>Веселкова Н.Р.</b>	
Популяции <i>Dactylis glomerata</i> L. в условиях крупного промышленного города...	203
<b>Воробьева И.Б., Напрасникова Е.В., Власова Н.В.</b>	
Влияние Иркутско-Черемховской агломерации на экологическое состояние Юго-западного побережья Байкала .....	206
<b>Воронич С.С., Хлопаев А.Г., Шадская Ю.С.</b>	
Исследование влияния противогололедных материалов на городские почвы (на примере города Москвы) .....	209
<b>Галиулин Р.Ф., Галиулина Р.А.</b>	
Загрязнение урбанизированной территории канцерогенным веществом – бенз(а)пиреном из объектов теплоэнергетики .....	211
<b>Головина Е.Ю.</b>	
Влияние кислотного дождя на накопление антиоксидантов у <i>Vicia sativa</i> L .....	212
<b>Горбунов А.В., Лукьянова Е.Н., Иноземцев П.А., Турланова Л.</b>	
Сизый голубь ( <i>Columba livia</i> ), как фактор загрязнения среды жизни человека.....	213
<b>Губина Т.И., Жутов А.С., Рогачева С.М.</b>	
Изучение отклика различных тест-объектов на солевое загрязнение водоемов....	215
<b>Евдокимова В.П.</b>	
Железо и марганец в почвенно-растительном покрове урболандшафтов г. Архангельска .....	217
<b>Евдокимова Е.Б., Заостровцева С.К.</b>	
Экологические проблемы реки Преголя (г. Калининград) по составу фауны паразитов рыб.....	220
<b>Ерофеева М.Р., Игнатенко О.В.</b>	
Программно-целевой подход к решению экологических проблем .....	223
<b>Забродина З.А., Губина Т.И.</b>	
Биоэкологическая оценка воздействия формальдегида на высшие водные растения....	226
<b>Каменек Л.К., Гулий В.В., Каменек Д.В., Каменек В.М., Климентова Е.Г., Терпиловский М.А.</b>	
Перспективы использования дельта-эндотоксинов <i>Bacillus thuringiensis</i> как экологически безопасного агента защиты растений .....	227
<b>Козин В.А., Забродина З.А., Левина К.Е., Губина Т.И.</b>	
Влияние формальдегида на всхожесть и ростовые характеристики кресс-салата.....	229
<b>Ксенофонтова М.И., Сивцева Н.Е., Трофимова Л.Н., Канаева А.Н.</b>	
Экологическое состояние свалки ТБО на Вилуйском тракте (г. Якутск).....	232
<b>Кулик Е.Н.</b>	
Влияние осадков сточных вод на микроэлементный состав бурой лесной почвы Приамурья.....	235
<b>Кулик Е.Н., Бородин Н.А.</b>	
Экологическая оценка бурой лесной почвы Приамурья при антропогенном воздействии .....	238
<b>Кургуз Р.В.</b>	
Экологические факторы, влияющие на формирование здоровья подростков в условиях антропогенного загрязнения среды .....	240



<b>Лобкова Г.В.</b> Изучение зависимости фотосинтетической активности <i>Elodea canadensis</i> от концентрации в среде ионов тяжелых металлов.....	242
<b>Лукина Ю.М., Василевская Н.В.</b> Влияние промышленных выбросов комбината «Североникель» на стабильность развития <i>Betula czerepanovii</i> Orlova .....	244
<b>Макарова А.А.</b> Экологический след г. Саратова .....	246
<b>Максимовских С.Ю., Плотников Н.В., Краснощекова О.В.</b> Действие моноэтаноламина на проростки <i>Triticum aestivum</i> и <i>Avena sativa</i> .....	248
<b>Малинина Т.А., Каменек Л.К.</b> Изучение эффективности действия дельта-эндотоксина <i>B. thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i> на нематод рода <i>Turbatrix aceti</i> .....	249
<b>Мосеев Д.С.</b> Экосистемы малых водотоков дельты Северной Двины в черте города Архангельска .....	253
<b>Мурачева Л.С., Бедарева О.М.</b> Приоритеты сохранения древесной растительности в условиях урбаноcреды.....	255
<b>Мустафин С.К., Хизбуллин Ф.Ф.</b> Современный мегаполис как сложная динамично развивающаяся природно- техногенная система .....	258
<b>Назаренко О.В., Назаренко В.В.</b> Развитие оползней в г. Ростове-на-Дону .....	261
<b>Новикова Е.М., Кхатаб З.С., Панасюк Н.В., Чистяков В.А., Сазыкина М.А.</b> Генотоксичность печени скворцов ( <i>Sturnus vulgaris</i> ) Ростовской области .....	264
<b>Осипенко Г.Л.</b> Видовой состав жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) на территориях пригородных сосновых лесов г. Гомеля, испытывающих рекреационное воздействие .....	266
<b>Панков Д.М.</b> Пути решения проблемы загрязнения окружающей среды при помощи насекомых ..	268
<b>Панова Е.В.</b> Современные тенденции изменения экологического состояния в городах- центрах черной металлургии .....	271
<b>Першина Т.А., Спицин А.П.</b> Стресс-реактивность сердечного ритма у студентов-медиков с наследственной отягощенностью по артериальной гипертензии.....	273
<b>Петрова Н.В., Василевская Н.В.</b> Сохранение элементов природного ландшафта в условиях промышленного города (на примере г. Мончегорска).....	275
<b>Плотникова О.М., Евдокимов А.Н.</b> Активность некоторых ферментов в ответ на введение метилфосфоната лабораторным мышам .....	278
<b>Поликарпова Ю.С., Новожилова М.С., Телепова И.А., Терехова Е.Ю., Вилкова Я.Э.</b> Изучение свойств термальных и минеральных вод .....	279

<b>Полякова И.В.</b>	
Проблема водопользования в Нижегородской области.....	281
<b>Райко М.В., Беляченко А.А.</b>	
Жизненное состояние деревьев в пригородных лесах г. Саратова.....	283
<b>Рогачева Е.Ю., Черняева Т.И.</b>	
Антропогенное воздействие туриндустрии – причина возникновения экологического туризма .....	285
<b>Руденко Н.В., Аббасова С.Г., Гороховатский А.Ю., Виноградова И.Д., Вертиев Ю.В., Гришин Е.В.</b>	
Экспресс-диагностика ботулизма в пищевых продуктах методом «сэндвич»-иммуноферментного анализа.....	287
<b>Савинова И.В., Плотникова О.М.</b>	
Показатели энергетического обмена в долгосрочном эксперименте после введения метилфосфоната лабораторным мышам .....	289
<b>Свирицкий С.Ф., Лейнова С.Л., Понарядов В.В., Соколик Г.А.</b>	
Токсичность и состав газовой фазы, образующейся при горении промышленных отходов.....	290
<b>Селезнева А.В.</b>	
Экологическое состояние источника питьевого водоснабжения г. Саратова .....	293
<b>Смирнова О.К.</b>	
Экологические проблемы города, расположенного на территории законсервированного горнорудного предприятия .....	295
<b>Субботина А.Д., Селезнев В.А.</b>	
Техногенная нагрузка на р. Самара и р. Сакмара.....	298
<b>Султанова А.Х., Забродина З.А.</b>	
Изменение активности пероксидазы у <i>Betula pendula</i> в условиях урбанизированной среды .....	300
<b>Сунчалаяев Р.Н., Коннова С.А., Шантроха А.В.</b>	
Исследование на модели белых крыс снижения стрессовой нагрузки при использовании препаратов на основе олигопептидов .....	303
<b>Суржиков В.Д., Суржиков Д.В., Ибрагимов С.С., Новочихин Р.И.</b>	
Эколого-гигиенические проблемы формирования здоровья детского населения индустриально-промышленного города .....	305
<b>Суржиков Д.В., Климов П.В., Большаков В.В., Олещенко А.М.</b>	
Взаимозависимость концентраций озона в воздушном бассейне промышленного города с другими атмосферными примесями.....	308
<b>Титенко А.В., Мельник Д.А.</b>	
Экологические аспекты загрязнения атмосферного воздуха в зоне функционирования крупных оптово-розничных рынков .....	311
<b>Тихонова И.О., Крамер Д.А.</b>	
Загрязнение донных отложений малых рек в мегаполисе.....	312
<b>Тихонова Т.М., Селезнев В.А.</b>	
Нормирование допустимого изъятия речного стока на Волгоградском водохранилище .....	315
<b>Томашевская И.Г., Тихановская А.А., Петров М.А.</b>	
Влияние антропогенного фактора на экологическую обстановку в городах Узбекистана .....	317

<b>Фомина А.А., Суркина А.К., Фучеджи О.А., Коннова С.А., Тихомирова Е.И.</b> Метаболическая активность лейкоцитов под воздействием бактериальных и растительных полисахаридсодержащих биополимеров.....	320
<b>Хвостов А.А.</b> Проблемы Саратовского леса .....	323
<b>Хоробрых Р.Р.</b> Загрязнение территории Челябинска тяжелыми металлами .....	325
<b>Хрусталева М.А.</b> Экологические и социальные проблемы загрязнения ландшафтов .....	326
<b>Часова Э.В., Ермак Л.Д., Ивчук В.В.</b> Влияние промышленных эмиссий предприятий Кривбасса на экологию региона.....	328
<b>Чурюкин Р.С., Горшкова Т.А., Карагузова Т.А.</b> Стабильность развития у <i>Tilia cordata</i> и <i>Maianthemum bifolium</i> в условиях радиоактивного загрязнения.....	331
<b>Шергина О.В., Михайлова Т.А.</b> Экологическое состояние городских лесов Восточной Сибири .....	333
<b>Юркина Е.В., Юркин Д.В., Ефремова Е.М.</b> Факторы дестабилизации древесных растений в урбоэкосистемах г. Сыктывкара.....	336

Научное издание

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ

Часть 1

Сборник научных трудов

Под редакцией д-ра биол. наук, проф. Е.И. Тихомировой

Редактор Л.А. Скворцова

Компьютерная верстка Н.В. Лукашовой

Подписано в печать 31.03.11

Формат 60×84 1/16

Бум. офсет.

Усл. печ. л. 20,23 (21,75)

Уч.-изд. л. 20,0

Тираж 200 экз.

Заказ 50

С 31

Саратовский государственный технический университет

410054, Саратов, Политехническая ул., 77

Отпечатано в Издательстве СГТУ. 410054, Саратов, Политехническая ул., 77

Тел.: 24-95-70; 99-87-39, e-mail: izdat@sstu.ru